

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Електроенергетики
(інститут)
Електротехнічний
(факультет)
Кафедра Електроенергетики
(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студента Грабчак Владислав Юрійович
(ПІБ)

академічної групи 141-17ск-2
(шифр)

спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(код і назва спеціальності)

спеціалізації _____

за освітньо-професійною програмою Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(офіційна назва)

на тему Реконструкція системи освітлення збагачувальної фабрики ПУБЛІЧНОГО
АКЦІОНЕРНОГО ТОВАРИСТВА "ПІВДЕННИЙ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНИЙ КОМБІНАТ" м.
Кривий Ріг

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Красовський П.Ю.			
розділів:				
Технологічний	Красовський П.Ю.			
Спеціальний	Красовський П.Ю.			
Економічний	Тимошенко Л.В.			
Охорона праці	Столбченко О.В.			

Рецензент				
-----------	--	--	--	--

Нормоконтролер	Олішевський Г.С.			
----------------	------------------	--	--	--

Дніпро
2020

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри

електроенергетики

(повна назва)

Рогоза М.В.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

«_____» _____ 2020 року

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу

ступеню бакалавра

(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студенту Грабчак В.Ю. академічної групи 141-17ск-2
(прізвище та ініціали) (шифр)спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

спеціалізації _____

за освітньо-професійною програмою Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(офіційна назва)

на тему Реконструкція системи освітлення збагачувальної фабрики ПУБЛІЧНОГО
АКЦІОНЕРНОГО ТОВАРИСТВА "ПІВДЕННИЙ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНИЙ КОМБІНАТ" м.
Кривий Ріг,

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від _____ № _____.

Розділ	Зміст	Термін виконання
Технологічний	Короткий опис підприємства, електричні параметри та енергоспоживання діючого освітлення на підприємстві	
Спеціальний	Розрахунок сонячної електростанції та вибір обладнання, розрахунок освітлення та вибір світильників для фабрики	
Економічний	Техніко-економічні показники об'єкту	
Охорона праці	Охорона праці під час експлуатації об'єкту, розрахунок заземлення	

Завдання видано

(підпис керівника)

(прізвище, ініціали)

Дата видачі

Дата подання до екзаменаційної комісії

Прийнято до виконання

(підпис студента)

(прізвище, ініціали)

Реферат

Пояснювальна записка : 80 с., 11 рис., 12 табл., 26 джерел.

Тема: Реконструкція системи освітлення збагачувальної фабрики ПАТ "ПІВДЕННИЙ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНИЙ КОМБІНАТ" м. Кривий Ріг".

У технологічний розділ увійшли: історія створення і розвитку підприємства, особливості видобутку залізної руди і отримання залізорудного концентрату і офлюсованих окатишів, аналіз існуючої схеми освітлення дробильної фабрики №2 і схеми електропостачання освітлювальної мережі.

У спеціальному розділі наведені розрахунки необхідні для даної реконструкції. Також, розробка схеми підключення світлодіодних світильників і вибір сонячної підстанції в якості альтернативного джерела живлення.

В економічному розділі наведено розрахунок капітальних і експлуатаційних витрат для даної реконструкції.

У розділі охорони праці розглянуті основні небезпечні і шкідливі фактори в даному виробничому приміщенні та запропоновано інженерно технологічні заходи з охорони праці. Описано заходи щодо пожежної безпеки об'єкта.

РЕКОНСТРУКЦІЯ, ОСВІТЛЕННІСТЬ, СВІТЛОДІОДНИЙ
СВІТИЛЬНИК, СХЕМА ЖИВЛЕННЯ , КОМУТАЦІЙНА АПАРАТУРА,
СОНЯЧНА ПАНЕЛЬ.

Abstract

Explanatory note: 80 pages, 11 figures, 12 tables, 26 sources.

Subject: Reconstruction of the lighting system of the concentrator of PJSC "SOUTHERN MINING AND ENRICHMENT PLANT" Kryvyi Rih.

The technological section includes: the history of creation and development of the enterprise, features of iron ore mining and production of iron ore concentrate and fluxed pellets, analysis of the existing lighting scheme of the crushing plant №2 and power supply scheme of the lighting network.

In a special section are the calculations required for this reconstruction. Also, the development of the connection scheme of LED lamps and the selection of a solar substation as an alternative power source.

The economic section provides a calculation of capital and operating costs for this reconstruction.

The section of labor protection considers the main dangerous and harmful factors in this production facility and proposes engineering and technological measures for labor protection. Measures for fire safety of the object are described.

RECONSTRUCTION, LIGHTING, LED LAMP, POWER SUPPLY SCHEME, SWITCHING EQUIPMENT, SOLAR PANEL.

ЗМІСТ

ВСТУП

1 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Відомості про підприємство.....	10
1.2 Технологічний процес на комбінаті.....	11
1.3 Особливості освітлення дробильної фабрики.....	14

Висновки по розділу

2 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Світлотехнічний розрахунок освітлення дробильної фабрики №2 Південного ГЗК.....	19
2.2 Електротехнічний розрахунок.....	28
2.2.1 Вибір схеми живлення освітлювальної установки і напруги мережі.....	28
2.2.2 Вибір типу і розташування групових щитків, компоновка мережі і її виконання.....	29
2.2.3 Розрахунок чотирьохпровідної мережі змінного струму.....	29
2.2.4 Перевірка проводів по падінню напруги.....	34
2.2.5 Перевірка проводів за умовою нагріву і вибір захисної апаратури.....	35
2.3 Визначення навантаження освітлення	39
2.4 Визначення необхідну ємність батареї і їх кількість.....	40
2.5 Визначення куту нахилу сонячних панелей.....	42
2.6 Розрахунок приведених експлуатаційних параметрів ФЕМ.....	43
2.7 Вибір кількості та параметрів інверторного обладнання для покриття потужності фотоелектричної станції.....	44
2.8 Вибір параметрів кабельних ліній мережі постійного струму.....	48
2.9 Вибір параметрів кабельних ліній напругою 0,4 кВ.....	49
2.10 Вибір параметрів комутаційної захисної апаратури в мережі 0,4 кВ.....	52

Висновки по розділу

3 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Розрахунок капітальних витрат.....	54
3.1.1 Транспортно-заготівельні і складські витрати.....	56
3.2 Розрахунок експлуатаційних витрат	59
3.2.1 Розрахунок амортизаційних відрахувань.....	59
3.2.2 Розрахунок річного фонду заробітної плати.....	60
3.2.3 Витрати на технічне обслуговування й поточний ремонт устаткування...60	
3.2.4 Розрахунок вартості спожитої електроенергії.....	60

Висновки по розділу

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів.....	63
4.2 Інженерно-технологічні заходи з охорони праці.....	64
4.2.1 Принципи безпечної експлуатації виробничого обладнання.....	64
4.2.2 Нормалізація повітряного середовища в приміщенні дробильної фабрики 64	
4.2.3 Нормалізація мікрокліматичний середовища в приміщенні дробильної фабрики.....	66
4.2.4 Вентиляція промислового приміщення.....	67
4.2.5 Захист працюючого персоналу від підвищеного рівня шуму і вібрацій.....	68
4.2.6 Захист працюючого персоналу від ураження електричним струмом.....	69
4.3 Пожежна профілактика.....	70
4.4 Розрахунок захисного заземлення.....	74
Висновок.....	77

Список використаних джерел

ВСТУП

ВАТ «Південний гірничо-збагачувальний комбінат» – одне з найбільших гірничо-добувних підприємств Європи із закінченим циклом підготовки сировини для металургійної промисловості.

Основною продукцією комбінату є залізорудний концентрат й офлюсовані окатиші. Початкова сировина для концентрату є незбагачена добута руда, а для окатишів – шихта, що складається з суміші залізорудного концентрату, вапняку й бентоніту. Збагачення вихідної руди на комбінаті здійснюється за двома технологіям: з кульова (збагачувальна фабрика №1) та безшаровим (Збагачувальна фабрика №2) подрібненням руди.

У виробничих умовах використовують три види освітлення: природне, штучне й поєднане. Природнє освітлення, створюване природніми джерелами світла, є біологічно найбільш цінним видом освітлення, до якого максимально пристосовані очі людини. Професійно організоване освітлення сприятливо впливає на психіку людей, тонізує й створює гарний настрій, що відображується на продуктивності та безпеці праці.

Для освітлення виробничого приміщення дробильної фабрики застосовано комбіноване освітлення.

Це освітлення включає в себе частково освітлення через бічні вікна й штучне освітлення. Виконання на основі ламп розжарювання (90%) і ДРЛ світильників (10%).

Одним з перспективних напрямків політики енергозбереження є впровадження промислового LED-освітлення. У порівнянні з традиційними джерелами світла виробничі світлодіодні світильники економлять до 70% енергії. Установка такої освітлювальної системи можуть значно знизить витрати на оплату енергоресурсів і підвищити прибуток підприємства.

Промислові LED-світильники мають безліч переваг, це:

- Економічність. Енергозберігаючі промислові світильники надають невелике навантаження на електромережі та вивільняють значні потужності, які можна направити на підключення іншого обладнання.
- Довговічність. Промислові світлодіодні (LED) світильники мають гарантований термін служби 50 000 годин (на практиці ця цифра збільшується вдвічі) і в цей період не вимагають технічне обслуговування.
- Швидка окупність. Світлодіодні світильники для промислового освітлення мають досить високу ціну. Проте, впровадження економічної світлотехніки коштує витрачених коштів. Вже через 2-3 роки енергозберігаючі світлодіодні світильники повністю окупаються і підприємство починає отримувати прибуток за рахунок економії енергії і відсутність витрат на ремонт обладнання.
- Високий ступінь захисту (IP54 і вище). прилади для світлодіодного освітлення промислових приміщень мають повністю герметичний корпус і можуть експлуатуватися на об'єктах з підвищеним вмістом вологи і пилу.
- Відсутність стробоскопічного ефекту. Світлодіодні промислові світильники включаються миттєво і не пульсують. Це знижує навантаження на зір робочого персоналу та підвищує продуктивність праці.

1 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Відомості про підприємство

ВАТ «Північний гірничо-збагачувальний комбінат» - одне з найбільших гірничодобувних підприємств Європи із закінченим циклом підготовки сировини для металургійної промисловості: залізорудного концентрату і окатишів. Річна виробнича потужність комбінату на сьогодні складає більше 14,2 млн. тонн залізорудного концентрату і понад 11,1 млн. тонн окатишів. ВАТ «Південний ГЗК» входить в гірничорудний дивізіон Групи Метінвест.

Будівництво розпочато 1960 на базі Первомайського, потім – Аннівського родовища залізистих кварцитів Криворізького залізорудного басейну.

Промислові запаси руди в проектному контурі Першотравневого кар'єру на 2016 рік складають 712 млн.т (Fe загального 35,52%); Аннівського - 500 млн.т (Fe загального 37,56%). Проектна глибина Першотравневого кар'єру - 650 м, Аннівського - 450 м, досягнута на 2016 г. - 475 і 300 м відповідно. До складу комбінату поряд з двома кар'єрами потужності 48,5 млн. тонн сирової руди на рік, входять 2 збагачувальні фабрики потужністю 20,5 млн.т. залізорудного концентрату на рік, 3 цеху з виробництва окатишів, потужністю 16,3 млн.т окатишів на рік, допоміжні цехи. З урахуванням потенційних виробничих можливостей річне виробництво концентрату може бути забезпечено на рівні 20,5 млн.т (Fe 65%), окатишів - 14,5 млн.т (в 2016 р - відповідно 14 млн.т. і 4,37 млн.т).

Промислові запаси руди в проектному контурі Першотравневого кар'єру становлять 712 млн. тонн, Аннівського-500 млн. тонн. Родовища відпрацьовуються відкритим способом, максимальний розмір шматка руди 1200 мм. Проектна глибина Першотравневого кар'єру - 650 м, Аннівського - 450 м, досягнута на 475 м і 300 м відповідно в середньому Північний ГЗК видобуває 33,7 млн. тонн руди на рік.

Родовища відпрацьовуються відкритим способом, максимальний розмір шматка руди 1200 мм. Стан запасів на 01.01.2003р. по кар'єрах Південного ГЗК:

розкритих запасів 146,3 млн. т, підготовлених до розкриття 16,1 млн. т, готових до виїмки 2400000 т, забезпеченість до виїмки запасами 2,5 млн. т сировини на місяць. В середньому Південного ГЗК видобуває 33,7 мл. т руди на рік.

Кварцит шостого залізистого горизонту простежуються по всьому родовища і утворюють два поклади - східний і західний. Поклади розділені породами сьомого сланцевого горизонту. Довжина східної поклади

- 2400 м, західної - 1400 м. Потужність товщі змінюється від 200 м в південній частині родовища до 600-800 м, в центральній частині і до 80-160 м в північній. Середній вміст заліза загального - 34,91%, магнетитового -

27,53%. Забезпеченість Першотравневого кар'єру балансовими запасами при раніше затвердженій проектній продуктивності становить 35 років.

Ганнівське родовище залізистих кварцитів розташоване в північній частині Криворізького залізрудного басейну між північною околицею Кривого Рогу і селом Ганнівка на території Дніпропетровської та Кіровоградської областей. Корисні копалини Аннівського кар'єра є силікатно-магнетитового і магнетитових-силікатні кварцити першого залізистого горизонту. Падіння порід західне під кутом 60-70 градусів, в центральній частині - 45-80 градусів. За вмістом заліза і мінеральному складу горизонт ділиться на лежачу і висить пачки. Величина горизонтальної потужності лежить пачки змінюється в межах 62-340 м (середня - 150-160 м), в північній частині - 46-180 м (середня - 100-110 м).

Середній вміст заліза розчинної в кварцити лежить пачки - 31,6%, заліза магнетитового - 7,7%. Забезпеченість рудника балансовими запасами при проектній продуктивності кар'єра 17200 тис. тонн - 62 роки.

1.2 Технологічний процес на комбінаті

Основною продукцією комбінату є залізрудний концентрат і офлюсовані окатиші. Початковою сировиною для концентрату є незбагачена добута руда, а

для окатишів - шихта, що складається з суміші залізородного концентрату, вапняку і бентоніту в співвідношенні 90,5: 8,5: 1,0%.

Видобуток руди ведеться відкритим способом з попереднім розпушуванням рудоскальної маси буропідривними роботами і вивезенням розкривних порід у зовнішні відвали.

На кар'єрах комбінату застосовується високопродуктивне обладнання: екскаватори з ємністю ковшу 8-15 м³, бурові верстати СБШ- 250, автосамоскиди вантажопідйомністю 110-170 тонн, бульдозери Т-330, Т-500, ДЗ55А.

На кар'єрі видобуток руди і виробництво розкриву ведеться із застосуванням циклічно-потокової технології. У співпраці з науково-дослідними організаціями були створені теоретичні основи і методи управління сейсмічної дією вибуху, що дозволило розробити і впровадити сейсмобезпечну технологію великомасштабних вибухів.

Транспортування руди і розкриву з вибоїв на збагачувальні фабрики і відвали здійснюється комбінованим транспортом: на Першотравневому кар'єрі - автомобільно-залізничним; на кар'єрі - автомобільно-конвеєрно-залізничним.

Дроблення руди Першотравневого кар'єру переробляється на збагачувальній фабриці з кульовим подрібненням, здійснюється на дробильної фабрики №1 в чотири стадії до крупності 20 мм. На фабриці встановлено конусні дробарки типу ККД 1500/180, КРД 900/100, КМДТ - 2200.

Дроблення руди Аннівського кар'єра, збагачується на фабриці з бесшаровим подрібненням, відбувається на дробильної фабрики №2, що має в своєму складі два конвеєрних трактів - рудного і скельного, оснащеними дробарками ККД 1500/180, встановленими безпосередньо в кар'єрі.

Дроблена руда, розміром 400 мм, конвеєрним трактом, довжиною 2900 м подається на збагачувальну фабрику №2. Подрібнений скельний розкрив, другим конвеєрним трактом завдовжки 2400 м, подається на вузол перевантаження з конвеєрного в залізничний транспорт, яким вона доставляється в відвали розкривних порід.

Збагачення вихідної руди на комбінаті здійснюється за двома технологіями: з кульовим (збагачувальна фабрика №1) та бесшаровим (збагачувальна фабрика №2) подрібненням руди.

В процесі освоєння виробництва на фабриках було введено ряд удосконалень в конструкції обладнання і технології збагачення руди. Особливо значні зміни були здійснені на збагачувальній фабриці №2, де при її будівництві були встановлені експериментальні зразки основного технологічного устаткування. В результаті спільної роботи проектних, науково-дослідних організацій і заводів виробників були створені практично нові зразки обладнання, модернізовані окремі вузли технологічного ланцюга, підібрані оптимальні варіанти технологічних процесів.

В даний час на фабриках встановлені млини самоздрібнювання об'ємом 160 м³, кульові млини обсягом 55 і 49 м³, магнітні сепаратори ПБМ 150 * 200, магнітні дешламатори МД 9А і інше високопродуктивне обладнання. Для підвищення експлуатаційної надійності обладнання і якості продукції, що випускається на фабриках введено ряд автоматичних систем, а також схем контролю технологічного процесу.

Якісні показники залізорудного концентрату, виробленого в даний час, відповідають світовим аналогам:

- вміст заліза - 65%;
- вміст води - 10,2%.

Виробництво офлюсованих залізорудних окатишів на комбінаті здійснюється на трьох цехах з обпалювальної машинами конвеєрного типу, площею спікання 278,25 м², 306 м² і 552 м², загальною проектною потужністю 16,3 млн. тонн окатишів на рік.

Вихідним матеріалом для виробництва окислених офлюсованих окатишів є шихта, що складається з суміші залізорудного концентрату, вапняку і бентоніту в співвідношенні 90,5: 8,5: 1%.

На комбінаті безперервно удосконалюється технологія виробництва

окатишів, впроваджуються автоматизовані системи управління процесами.

Зокрема, вдосконалене управління технологічними вентиляторами, реконструйовані вагодозатори, вузол транспортування подрібненого матеріалу на ЦПО-3, автоматизований вузол завантаження кульових млинів.

В результаті безперервно підвищуються металургійні властивості обкатишів, зменшується шкідливий вплив виробництва на навколишнє середовище.

Окатиші, що випускаються на комбінаті, відповідають наступним показникам:

- 1) Вміст заліза, %, не менше - 59,5
- 2) Основність, частки одиниць - 0,6
- 3) Зміст класу 0 - 5 мм, %, не більше - 6
- 4) Міцність на стиск, кг / окатиші, не менше - 200

З метою поліпшення якості продукції, зниження її собівартості і підвищення, таким чином, її конкурентоспроможності на зовнішньому і внутрішньому ринках. На комбінаті розроблена комплексна програма реконструкції виробництва, яка передбачає перехід на інші види кар'єрного транспорту і застосування принципово нових видів дробильного обладнання [14].

1.3 Особливості освітлення дробильної фабрики

Для освітлення виробничого приміщення дробильної фабрики застосовано комбіноване освітлення, яке включає в себе часткове освітлення через бічні вікна і штучне освітлення, виконане на основі лам розжарювання (90%) і ДРЛ світильників (10%).

На малюнку 1.2 приведена однолінійна схема харчування об'єктів дробильної фабрики №2. Через фідер №17 в даний час підключена освітлювальна мережа фабрики. Через секційний роз'єднувач підключається

друга шина, яка має власне харчування через силовий трансформатор №2. Від цієї шини харчується аварійне освітлення.

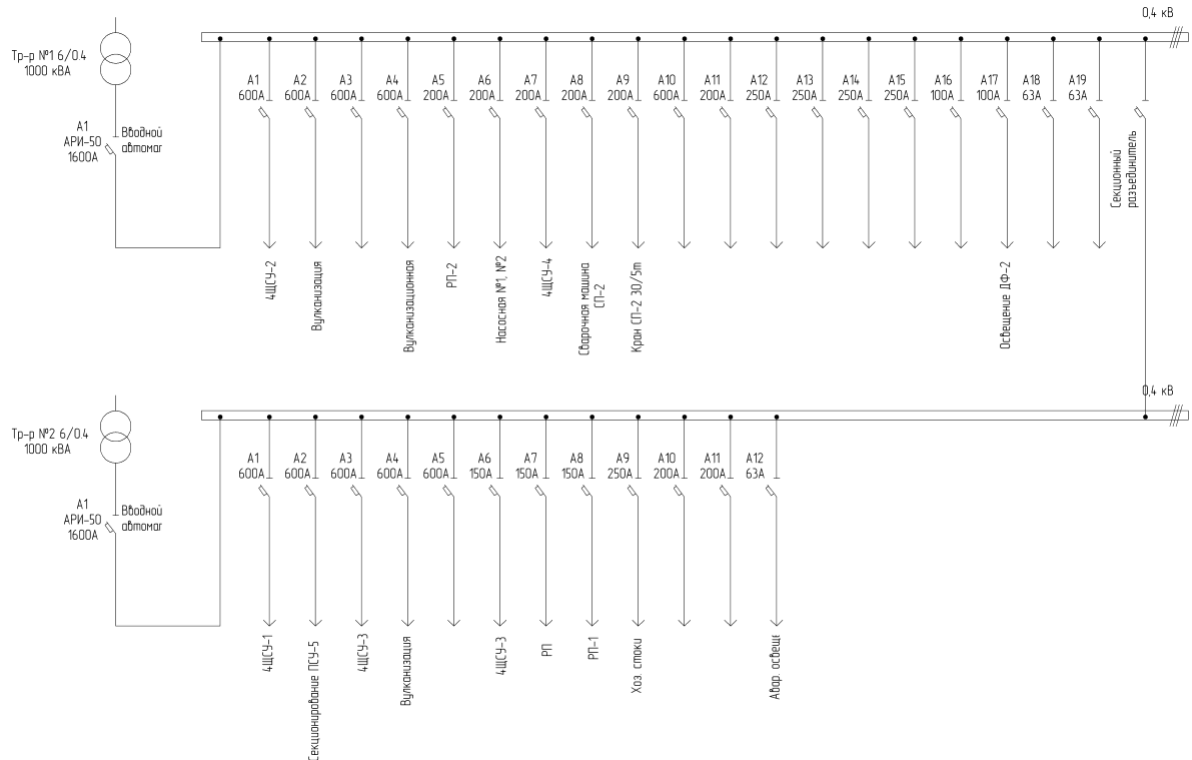


Рисунок 1.2 - Однолінійна схема постачання дробильної фабрики

Діюча схема системи освітлення (рис. 1.3) має істотний недолік - кожен рівень живиться від одного вимикача і не враховується наявність додаткових приміщень на цих рівнях, що призводить до підвищеної витрати електроенергії і передчасного виходу світильників з ладу.

Існуюче освітлення приміщення фабрики – рівномірний. Світильники встановлені рівномірно, на рівній відстані один від іншого, і служать для освітлення всього приміщення, створюючи приблизно однакову освітленість.

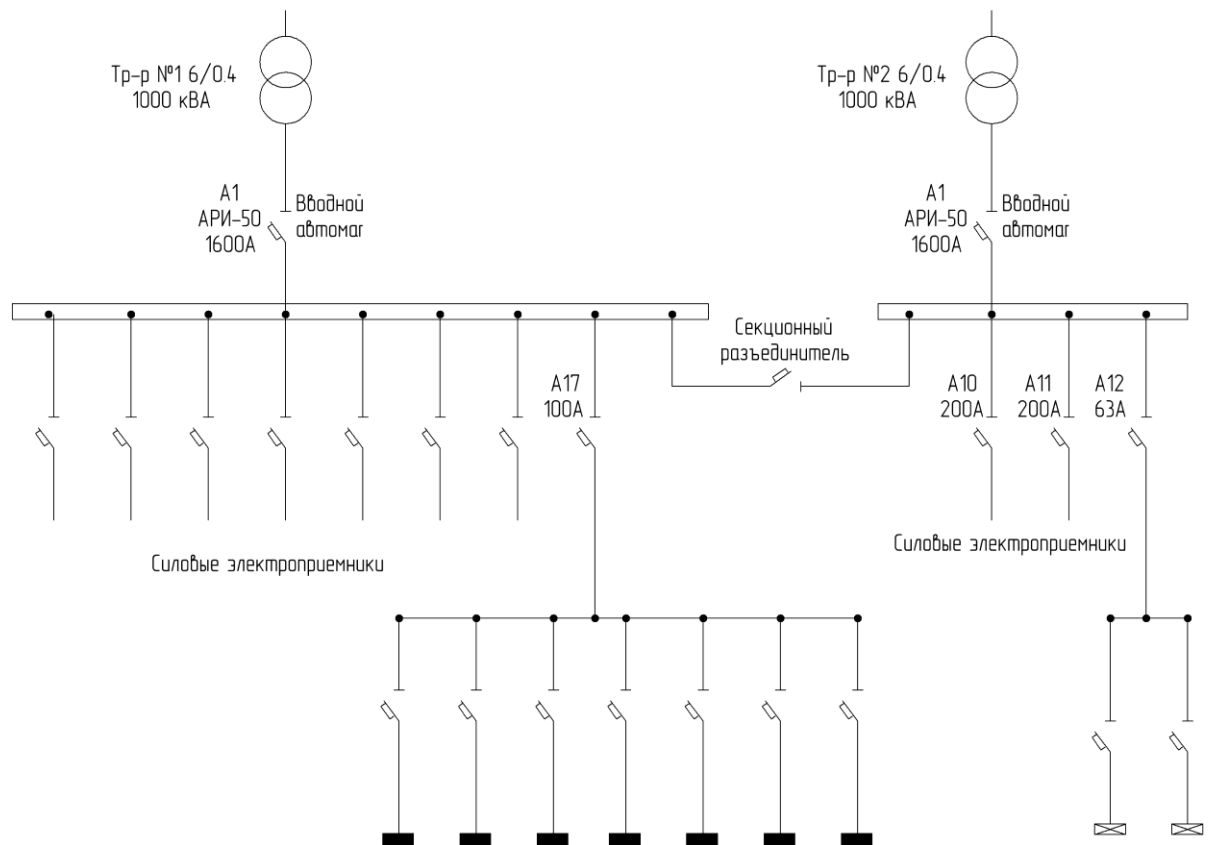


Рисунок 1.3 - Діюча схема електропостачання системи освітлення

Існуюче освітлення відносяться до робочого висвітлення. Воно забезпечує передбачену нормами освітленість робочих місць в темний час доби. Також до робочого висвітлення відносять також аварійне освітлення.

На випадок аварійного відключення робочого освітлення передбачають аварійне освітлення. Так як відсутність світла може привести до тривалого порушення технологічного процесу, псування устаткування, до травматизму людей. Таке освітлення повинно становить 10% освітленості, передбаченої нормами для загального робочого освітлення лампами розжарювання.

Аварійне евакуаційне освітлення служить для забезпечення безпечного виходу людей з приміщень при відключенні робочого освітлення. Евакуаційне освітлення встановлюється в місцях проходів людей. З економічних міркувань аварійне освітлення влаштовують як частина робочого. При цьому світильники відрізняються від світильників робочого. Для аварійного освітлення застосовані лампи розжарювання.

Висновки по розділу

1. У розділі були розглянуті технологічні процеси на Північному збагачувальному комбінаті (м. Кривий Ріг) і на дробильної фабрики №2 цього комбінату.
2. Виконано аналіз існуючої системи освітлення дробильної фабрики №2 і схеми електропостачання освітлювальної мережі.
3. З огляду на недоліки існуючої системи освітлення дробильної фабрики №2 і її схеми електропостачання необхідно перерахувати систему освітлення з застосуванням сучасних промислових світлодіодних світильників і розробити нову схему електропостачання.

2 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Світлотехнічний розрахунок освітлення дробильної фабрики №2 Південного ГЗК

Для того, щоб вибрати правильну кількість світлодіодних світильників і їх потужність, необхідно провести перерахунок існуючих джерел світла.

Розрахунок електричного освітлення здійснимо за методом коефіцієнта використання і питомої потужності.

Корпус має 4 рівні (додаток 1). Розрахуємо електричне освітлення для всіх приміщень кожного з цих рівнів.

Розглянемо застосування відомої методики розрахунку освітлення [1] на прикладі нульового рівня (для приміщення №1).

Площа приміщення $S = 7 \cdot 7 \text{ м}^2$ і висотою $H = 7 \text{ м}$. встановлено

світильники «Універсал», вони розміщені по кутах прямокутника зі сторонами 3 і 4 м. Висота підвісу світильників $Ha = 6 \text{ м}$.

Коефіцієнт відбиття стелі $\rho_{\text{п}} = 0,2$; стін $\rho_{\text{с}} = 0,2$; розрахункова площа $\rho_{\text{р}} = 0,08$. В процесі експлуатації освітлювальної установки освітленість на робочих місцях зменшується. Отже, при розрахунку потужності джерела світла, яка повинна гарантувати нормоване значення освітленості на робочих місцях, в нашому випадку згідно СНиП, гл. II-А.9-71

"Штучне освітлення. Норми проектування », нормована освітленість $E_{\text{н}} = 30 \text{ лк}$, на протязі всього часу експлуатації освітлювальної установки, необхідно вводити коефіцієнт запасу освітлювальної установки $k = 1,3$ регламентований СНиП.

Знайдемо індекс приміщення:

$$\frac{\varphi = a \cdot b}{H \cdot p \cdot (a + b)} \quad (2.1)$$

де a , b - ширина і довжина приміщення; Підставимо значення:

$$\varphi = \frac{7 \cdot 7}{6 \cdot (7 + 7)} = 0,58.$$

Користуючись довідковими даними, визначаємо коефіцієнт використання освітлювальної установки зі світильниками «Універсал» для знайденого індексу приміщення і заданих коефіцієнтів відбиття [1]:

$$U_{oy} = 0,16.$$

При заданому розміщенні світильників в розглянутому приміщенні їх загальна кількість становить 6 (три ряди по 2 світильника). Поправочний коефіцієнт для даного світильника становить $z = 1,2$. При цьому світловий потік кожного джерела світла, необхідний для забезпечення заданого рівня нормованої освітленості визначається з рівняння:

$$\Phi_{л} = \frac{E_n \cdot S \cdot k \cdot z}{u_{oy} \cdot n}. \quad (2.2)$$

Підставимо чисельні значення:

$$\Phi_{л} = \frac{30 \cdot 49 \cdot 1,3 \cdot 1,2}{0,16 \cdot 6} = 2388 \text{ лм}$$

Користуючись довідковими таблицями визначаємо необхідну потужність джерела світла для заданої напруги. Найближчий за світловим потоком джерело має потужність $P_{л} = 200\text{Вт}$, його світловий потік $\Phi = 2350 \text{ лк}$.

Визначимо фактичну освітленість:

$$E_{\Phi} = E_n \cdot \frac{\Phi}{\Phi_n},$$

$$\Phi_n = 30 \cdot \frac{2350}{2388} = 29,5 \text{ лм} \quad (2.3)$$

Допустиме відхилення освітленості допускається не більше 5%, в даному випадку відхилення становить 1,7%.

Визначимо загальну встановлену потужність і питому потужність освітлювальної установки:

$$P_{\text{общ}} = n \cdot P_n$$

$$P_{\text{общ}} = 6 \cdot 200 = 1200 \text{ Вт} \quad (2.4)$$

$$p = \frac{P_{\text{общ}}}{S}$$

$$\Phi_n = \frac{1200}{2388} = 24,5 \text{ Вт/м}^2 \quad (2.5)$$

Попередньо вибираємо 6 світлодіодних світильників МВ-30 потужністю $P_n = 30 \text{ Вт}$ і освітленістю $\Phi = 2550 \text{ лк}$ [10].

Для того, щоб більш правильно зробити заміну світильників з лампами розжарювання і лампами ДРЛ, і вибору місця розміщення світильників, необхідно провести розрахунок прямий складової освітленості від точкових елементів відображення з симетричним розподілом сили світла.

Розрахунок проводиться в такій послідовності:

1. Визначається тангенс кута падіння світлового променя в розрахункову точку:

$$(2.6) \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{d}{H_p},$$

де d - відстань від розрахункової точки до проекції осі симетрії світильника

на площину їй перпендикулярну і проходить через розрахункову точку.

2. По знайденому тангенсу визначають кут α і $\cos^3\alpha$.
3. За кривою сили світла заданого світильника визначається сила світла I_α для знайденого кута α .
4. Знаходимо освітленість елемента поверхні горизонтальній площині в заданій точці за висловом [1]:

$$(2.7) \quad E_r = \frac{I_\alpha \cdot \cos^3 \alpha}{H_p^2 \cdot k}.$$

Зробимо розрахунок:

1. Визначаємо $\operatorname{tg}\alpha$:

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{d}{H_p} = \frac{2}{6} = 0,33$$

2. Визначаємо α і $\cos^3\alpha$:

$$\alpha = 18^\circ; \cos^3\alpha = 0,688.$$

3. Визначаємо силу світла I_α .

З рис. 2.1 знаходимо силу світла під кутом 18° з умовною лампою (I_α) 1000 = 210 кд.

Фактична сила світла:

$$I_\alpha = 210 \cdot \frac{2350}{1000} = 493,5 \text{ кд}$$

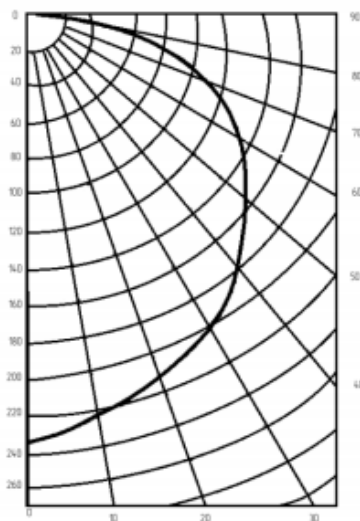


Рис. 2.1 - До прикладу розрахунку чотирьох мережного змінного струму

$$E_{\Gamma} = \frac{I_{\alpha} \cdot \cos^3 \alpha}{H_{\Gamma}^2 \cdot k} = \frac{493,5 \cdot 0,688}{6^2 \cdot 1,3} = 9,1 \text{ лк.}$$

Так як кожен з чотирьох світильників створює в розрахунковій точці однакову освітленість, отже, сумарна освітленість дорівнює:

$$\Sigma E_{\Gamma} = n \cdot E_{\Gamma}, \quad (2.8)$$

де n - кількість світильників.

$$\Sigma E_{\Gamma} = 4 \cdot E_{\Gamma} = 4 \cdot 9,1 = 36,4 \text{ лк.}$$

Отже, потужність світильників їх кількість і розташування вибрано вірно.

Зробимо розрахунок для визначення місця розташування світлодіодних світильників.

Розрахуємо для поточного розташування ламп.

З рис. 2.2 знаходимо силу світла для даного світильника при вугіллі $\alpha = 18^\circ$, $I_{\alpha} = 420$ кд.

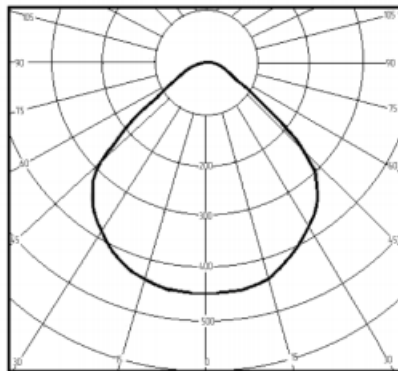


Рис. 2.2 – Криві сили світла для потоку лампи 2550 Лм

Освітленість горизонтальній площині від одного світильника:

$$E_{\Gamma} = \frac{I_{\alpha} \cdot \cos^3 \alpha}{H_p^2 \cdot k} = \frac{420 \cdot 0,688}{6^2 \cdot 1,3} = 6,1 \text{ лк.}$$

Сумарна освітленість дорівнює:

$$\Sigma E_{\Gamma} = 4 \cdot E_{\Gamma} = 4 \cdot 6,1 = 24,4 \text{ лк.}$$

Як видно з рівняння, дане розміщення ламп не задовольняє нормованим значення освітленості. Отже, збільшимо потужність ламп і зменшимо їх кількість.

Вибираємо 4 світильника ВВ-40-01, РЛ = 4000Вт, освітленість $\Phi = 4000$ лк. Маємо в своєму розпорядженні їх по кутах квадрата зі стороною 3м.

Зробимо розрахунок:

$$1. \operatorname{tg} \alpha = \frac{d}{H_p} = \frac{2,2}{6} = 0,33$$

$$2. \alpha = 17^{\circ}; \cos^3 \alpha = 0,89;$$

3. Визначаємо силу світла I_{α} .

З рис. 2.3 знаходимо силу світла під кутом 17° з умовною лампою (I_{α}) 8000 = 600 кд.

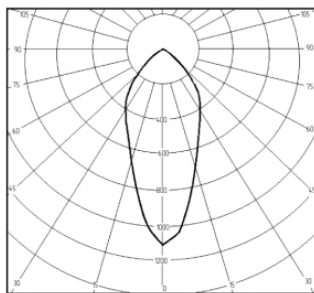


Рис. 2.3 – Криві сили світла для потоку лампи 8000 Лм

Фактична сила світла:

$$I_{\alpha} = 600 \cdot \frac{4000}{8000} = 300 \text{ кд}$$

4. Підраховуємо освітленість горизонтальної площині від одного світильника:

$$E_r = \frac{I_{\alpha} \cdot \cos^3 \alpha}{H_p^2 \cdot k} = \frac{315 \cdot 0,89}{6^2 \cdot 1,3} = 6 \text{ лк.}$$

Так як кожен з чотирьох світильників створює в розрахунковій точці однакову освітленість, отже, сумарна освітленість дорівнює:

$$\Sigma E_r = 4 \cdot E_r = 4 \cdot 6 = 24 \text{ лк.}$$

Дана потужність світильників не задовольняє нормованим значення освітленості. Вибираємо світильник більшої потужності РЛ=5000Вт, освітленість $\Phi = 5000$ лк з поточним розташуванням 4 штуки по кутах квадрата зі стороною 3м.

Зробимо розрахунок:

$$1. \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{d}{H_p} = \frac{2,2}{6} = 0,33$$

$$2. \quad \alpha = 17^\circ; \cos^3 \alpha = 0,89;$$

$$3. \quad I_{\alpha} = 600 \cdot \frac{4000}{8000} = 300 \text{ кд}$$

$$4. \quad E_{\Gamma} = \frac{393,8 \cdot 0,89}{6^2 \cdot 1,3} = 7,5 \text{ лк};$$

$$\Sigma E_{\Gamma} = 4 \cdot E_{\Gamma} = 4 \cdot 7,5 = 30 \text{ лк.}$$

Таблиця 2.1 Характеристики приміщення і характеристики світильників
«Універсал»

№	Найменування приміщення	Довжина, м	Ширина, м	Висота, м	Висота підвісу світильників, м	коефіцієнт відображення			Норми я освітленості, лк	коефіцієнт запасу	Число і тип світильників	Коефіцієнт використання висвітлювальної установки	Світловий потік ламп, лм	Розрахунковий світловий потік, лм	Потужність ламп, Вт	Питома потужність, Вт/м2
						стелі	стін	статі								
1	Рівень 0 №1а, 1б	7	7	7	6	0,2	0,2	0,08	30	1,3	6 X УЗ	1,2	2350	2388	200	24,5
2	Рівень 0 №2а, 2б	3,75	7	3,25	3	0,2	0,2	0,08	30	1,3	2 X УЗ	1,2	2350	2275	200	15
3	Рівень 0 №3а, 3б	10	7	4,5	4	0,2	0,2	0,08	30	1,3	4 X УЗ	1,2	2800	2642	200	11,4
4	Рівень 0 №4а, 4б	3,75	7	3,25	3	0,2	0,2	0,08	30	1,3	2 X УЗ	1,2	2350	2275	200	15
5	Рівень 1 №1а, 1б	7	7	6	5,5	0,2	0,2	0,08	30	1,3	3 X УЗ	1,2	2920	3017	200	12
6	Рівень 1 №2а, 2б	7,7	7	5,5	5	0,2	0,2	0,08	30	1,3	4 X УЗ	1,2	2920	2522,5	200	7,4
7	Рівень 1 №3а, 3б	3,5	7	4,5	4	0,2	0,2	0,08	30	1,3	3 X УЗ	1,2	2350	2123	200	24,5
8	Рівень 1 №4а, 4б	3,5	7	2,5	2,2	0,2	0,2	0,08	30	1,3	3 X УЗ	1,2	1320	1274	100	12,2
9	Рівень 1 №5а, 5б	10	7	7,5	7	0,2	0,2	0,08	30	1,3	6 X УЗ	1,2	3750	3412	300	25
10	Рівень 1 №6а, 6б	5	7	7,5	7	0,2	0,2	0,08	30	1,3	3 X УЗ	1,2	4500	4963	300	26
11	Рівень 1 №7а, 7б	6	7	7,5	7	0,2	0,2	0,08	30	1,3	4X УЗ	1,2	4500	4095	300	28
12	Рівень 2 №1а, 1б	8,2	7	4,5	4	0,2	0,2	0,08	30	1,3	4 X УЗ	1,2	2350	2239	200	14
13	Рівень 2 №2а, 2б	3,75	7	4,5	4	0,2	0,2	0,08	30	1,3	3 X УЗ	1,2	1320	1274	100	12,2
14	Рівень 2 №3а, 3б	5	7	4,5	4	0,2	0,2	0,08	30	1,3	2 X УЗ	1,2	3750	3276	300	17
15	Рівень 2 №4а, 4б	3,75	7	4,5	4	0,2	0,2	0,08	30	1,3	3 X УЗ	1,2	1320	1274	100	12,2
16	Рівень 3 №1, 1б	5	7	4,5	5,5	0,2	0,2	0,08	30	1,3	4 X УЗ	1,2	2800	2662	200	22
17	Рівень 3 №2, 2б	10	7	4,5	6	0,2	0,2	0,08	30	1,3	3 X УЗ	1,2	2350	2047	200	18
18	Рівень 3 №3, 3б	5	7	20	4	0,2	0,2	0,08	30	1,3	2 X УЗ	1,2	1320	1274	100	12,2
19	Рівень 3 №4, 4б	10	45	6	4	0,2	0,2	0,08	30	1,3	3 X УЗ	1,2	3750	3276	300	17
20	Рівень 4 №1, 1б	5	7	20	18	0,2	0,2	0,08	30	1,3	4 X УЗ	1,2	24000	21489	400	6,2
21	Рівень 4 №2, 2б	15	45	6	5	0,2	0,2	0,08	30	1,3	3 X УЗ	1,2	2920	2874	200	17
22	Рівень 4 №3, 3б	15	7	4,5	18	0,2	0,2	0,08	30	1,3	2 X УЗ	1,2	24000	21489	400	6,2
23	Рівень 4 №4, 4б	15	45	6,5	5	0,2	0,2	0,08	30	1,3	3 X УЗ	1,2	2920	2874	200	17
24	Рівень 5 №1, 1б	15	7	4,5	4	0,2	0,2	0,08	30	1,3		1,2	2800	5200	200	11

Продовження таблиці 2.1

25	Рівень 6 № 1, 16	15	45	4,5	4	0,2	0,2	0,08	30	1,3	16 X УЗ с ДРЛ125	1,2	6000	5200	125	10
26	Рівень 7 № 1, 16	15	45	4,5	4	0,2	0,2	0,08	30	1,3	24 X УЗ	1,2	3061	2920	200	7,1

Таблиця 2.2 – Характеристики приміщення та характеристики
світлодіодних ламп

№	Назва приміщення	Довжина, м	Ширина, м	Висота, м	Висота підвісу світильників, м	коефіцієнт відображення			Нормована освітленість, лк	коефіцієнт запасу	Число і тип світильників	Коефіцієнт використання освітлювальної установки	Світловий потік ламп, лм	Розрахунковий світловий потік, лм	Потужність ламп, Вт	Питома потужність, Вт / м2
						стелі	стін	стагі								
1	Уровень0 №1а, 1б	7	7	7	6,6	0,2	0,2	0,08	30	1,3	4 X BB-50	1,2	5000	2388	50	4
2	Уровень0 №2а, 2б	3,75	7	3,25	3	0,2	0,2	0,08	30	1,3	2 X MB-30	1,2	2550	2275	30	2,3
3	Уровень0 №3а, 3б	10	7	4,5	4	0,2	0,2	0,08	30	1,3	4 X MB-30 1 X BB-40	1,2	2550 4000	2642	30 40	2,3
4	Уровень0 №4а, 4б	3,75	7	3,25	3	0,2	0,2	0,08	30	1,3	2 X MB-30	1,2	2550	2275	30	2,3
5	Уровень1 №1а, 1б	7	7	6	5,5	0,2	0,2	0,08	30	1,3	4 X BB-40	1,2	4000	3017	40	3,3
6	рівень 1 №2а, 2б	7,7	7	5,5	5	0,2	0,2	0,08	30	1,3	4 X BB-40	1,2	4000	2522,5	40	3
7	Уровень1 №3а, 3б	3,5	7	4,5	4	0,2	0,2	0,08	30	1,3	3 X MB-30	1,2	2550	2123	30	3,6
8	Уровень1 №4а, 4б	3,5	7	2,5	2,2	0,2	0,2	0,08	30	1,3	3 X MB-10	1,2	850	1274	10	1,2
9	Уровень1 5а, 5б	10	7	7,5	7	0,2	0,2	0,08	30	1,3	6 X BB-40	1,2	4000	3412	40	3,4
10	Уровень1 №6а, 6б	5	7	7,5	7	0,2	0,2	0,08	30	1,3	3 X BB-50	1,2	5000	4963	50	4,3
11	Уровень1 №7а, 7б	6	7	7,5	7	0,2	0,2	0,08	30	1,3	4X BB-40	1,2	4000	4095	40	3,8
12	Уровень2 №1а, 1б	8,2	7	4,5	4	0,2	0,2	0,08	30	1,3	4 X MB-30	1,2	2550	2239	30	2
13	Уровень2 №2а, 2б	3,75	7	4,5	4	0,2	0,2	0,08	30	1,3	3 X MB-30	1,2	2550	1274	30	3,4
14	Уровень2 №3а, 3б	5	7	4,5	4	0,2	0,2	0,08	30	1,3	3 X BB-40	1,2	4000	3276	40	3,4
15	Уровень2 №4а, 4б	3,75	7	4,5	4	0,2	0,2	0,08	30	1,3	3 X MB-30	1,2	2550	1274	30	3,4
16	Рівень 3 № 1, 1б	5,2	7	4,5	5,5	0,2	0,2	0,08	30	1,3	4 X MB-30	1,2	2550	2662	30	3,2
17	Рівень 3 № 2, 2б	6	7	6,5	6	0,2	0,2	0,08	30	1,3	3 X MB-30	1,2	2550	2047	30	4,3
18	Рівень 3 №3, 3б	3,75	7	6,5	6	0,2	0,2	0,08	30	1,3	11X BE-180	1,2	2550	1274	100	3,4
19	Рівень 3 № 4, 4б	5	7	4,5	4	0,2	0,2	0,08	30	1,3	3 X MB-30	1,2	4000	3276	40	3,4
20	Рівень 4 № 1, 1б	10	45	20	18	0,2	0,2	0,08	30	1,3	11X BE-180	1,2	18000	21489	180	6,2
21	Рівень 4 № 2, 2б	5	7	6	5	0,2	0,2	0,08	30	1,3	3 X MB-30	1,2	2550	2874	30	2,6
22	Рівень 4 № 3, 3б	10	45	20	18	0,2	0,2	0,08	30	1,3	11X BE-180	1,2	18000	21489	180	4,4

Продовження таблиці 2.2

23	Рівень 4 № 4, 4б	5	7	6	5	0,2	0,2	0,08	30	1,3	3 X MB-30	1,2	2550	2874	30	2,6
24	Рівень 5 № 1, 1б	15	7	4,5	4	0,2	0,2	0,08	30	1,3	8X MB- 30	1,2	2550	2559	30	2,3
25	Рівень 6 № 1, 1б	15	45	4,5	4	0,2	0,2	0,08	30	1,3	16 X УЗ с ДРЛ125	1,2	6000	5200	50	1,6
26	Рівень 7 № 1, 1б	15	45	4,5	4	0,2	0,2	0,08	30	1,3	24 X ВВ- 40	1,2	4000	2920	40	1,3

2.2 Електротехнічний розрахунок

2.2.1 Вибір схеми живлення освітлювальної установки і напруги мережі

Вибір схеми живлення проводиться виходячи з відповідальності об'єкта. Так як припинення освітлення може повести за собою порушення виробничого процесу і масового травматизму. Світильники аварійного освітлення повинні функціонувати одночасно з робочим освітленням.

Управління робочим освітленням здійснюється автоматичними вимикачами, що встановлюються на груповому щитку і на групових лініях поблизу керованих світильників.

Для даного об'єкта, харчування аварійного освітлення здійснюється від незалежного джерела, в даному випадку набору акумуляторних батарей, які живляться від сонячних панелей, розташованого на даху виробничого приміщення.

Для більшої надійності роботи освітлювальної мережі, передбачена можливість перемикання мережі управління з трансформатора на вітрогенератор.

Найбільше допустиме напруження, що допускається Правилами улаштування електроустановок в освітлювальних установках, не повинна перевищувати 250 В по відношенню до землі. Отже, в проектованій освітлювальній установці, виходячи з рекомендованого напруги на

світлодіодних світильниках, застосовуємо систему 380/220 В [2].

2.2.2 Вибір типу і розташування групових щитків, компоновка мережі і її виконання

Групові щитки, мають у своєму розпорядженні на стику живильної і груповий лінії. Вони призначені для установки апаратів захисту і управління електричної освітлювальної мережею.

В даному проекті, найбільш досконалим варіантом є щитки з автоматичними вимикачами. Так як автомати поєднують в собі одночасно функції захисту і управління освітленням, гарантують швидке відключення при коротких замиканнях, виключають можливість довільного зміни величини струму спрацьовування.

Розташування групового розподільного щита необхідно в центрі навантаження, так як це зменшить протяжність груповий мережі і витрата провідникового матеріалу. Так само, групові щитки необхідно розташувати в місцях, легкодоступних і зручних для обслуговування [3].

Виконання електричної освітлювальної мережі виконується мідними ізольованими проводами, ізоляцією в яких служить полівінілхлоридний пластикат. Провід виконуються Двожильний перетином 2,5 мм².

Прокладка проводів виконується відкритим способом, по поверхні стін, стелі і перекриттів, усередині коробів [4].

2.2.3 Розрахунок чотирьохпровідної мережі змінного струму

У трифазної мережі змінного струму необхідно прагнути до рівномірного навантаження фаз, яка визначається рівністю моментів навантаження по фазах, так як в протилежному випадку в нульовому проводі з'являються зрівняльні струми і в різних фазах мережі виникають різні втрати напруги [1].

Всі світильники в залежності від приміщення, де вони встановлені, зведені в групи 1-15. Інформація про світильники, що належать до кожної групи, зведені в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 Характеристики приміщення і характеристики світильників «Універсал».

Групи світільників:	Кількість світільників, шт				Потужність світільників, Вт				Відстань до першого світільника, м				Відстань між світільниками, м											
Група №1	4	2	4	1	30	30	30	40	3	6	17	-	3	3,5	4	3,5								
Група №2	4	2	4	1	30	30	30	40	3	6	17	-	3	3,5	4	3,5								
Група №3	22				180				31				4											
Група №4	22				180				31				4											
Група №5	4	3	4	3	6	3	40	10	40	30	40	50	12	7	6	5	22	22	3	2	3	2	3,5	2
Група №6	4	3	4	3	6	3	40	10	40	30	40	50	12	7	6	5	22	22	3	2	3	2	3,5	2
Група №7	4	3		3		30	30	40	13	13		44	3,8	2		2								
Група №8	4	3		3		30	30	40	13	13		44	3,8	2		2								
Група №9	4	3		3		30	30	40	13	13		44	3,8	2		2								
Група №10	4		3		30	30	22		37		2		2											
Група №11	3				30				20				2											
Група №12	8		8		30	30	41		101		2,5		2,5											
Група №13	8		8		30	30	41		101		2,5		2,5											
Група №14	22				50				37				4											
Група №15	22				40				45				6,8											

Обрана кількість і потужність світильників, а також їх місце розташування, задовольняє нормованому значенню освітленості.

Отже цей приклад, зробимо розрахунки для всіх ділянок, так як одні однотипні, то занесемо дані в таблицю 2.1 для світильників «Універсал» та в таблицю 2.2 для світлодіодних світильників.

Розташуємо групи світильників таким чином, щоб мережа була рівномірно навантажена.

Підрахуємо момент навантаження фази:

$$\Sigma M_A = \Sigma M_{r1} + \Sigma M_{r3} + \Sigma M_{r5} + \Sigma M_{r7} + \Sigma M_{r11};$$

$$\Sigma M_B = \Sigma M_{r2} + \Sigma M_{r4} + \Sigma M_{r6}; \quad (2.8)$$

$$\sum M_C = \sum M_{r8} + \sum M_{r9} + \sum M_{r10} + \sum M_{r12} + \sum M_{r13} + \sum M_{r14} + \sum M_{r15},$$

де

$\sum M_A, \sum M_B, \sum M_C$ - моменти навантаження фази А, В і С відповідно;

$\sum M_{rn}$ - сумарний момент навантаження кожної групи світильників.

$$\sum M_{rn} = M_1 + \dots + M_n, \quad (2.9)$$

де M_1, \dots, M_n - момент навантаження кожної лінії світильників.

$$M = L_I \cdot P_L + L_{II} \cdot (n - 1) \cdot P_L, \quad (2.10)$$

де P_L - потужність світильника;

L_I - відстань до першого світильника;

L_{II} - відстань між світильниками;

n - кількість світильників.

Зробимо розрахунок для фази В, а для інших зведемо дані в таблицю 2.4.

$$\sum M_B = \sum M_{r2} + \sum M_{r4} + \sum M_{r6};$$

$$1) \sum M_{r2} = M_1 + M_2 + M_3;$$

2)

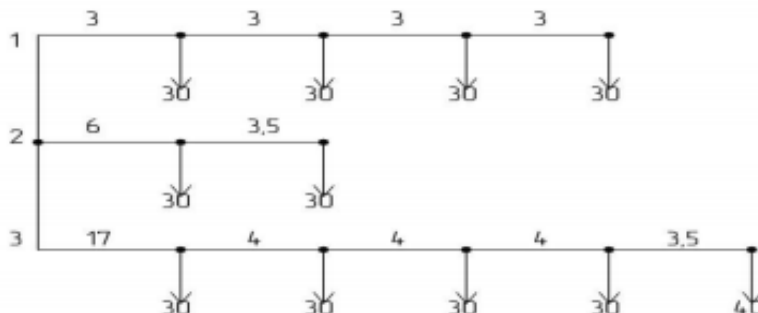


Рис. 2.4 - До прикладу розрахунку чотирьохпроводної мережі змінного струму

$$M_1 = 3 \cdot 30 + 3 \cdot (4 - 1) \cdot 30 = 360 \text{ Вт} \cdot \text{м},$$

$$M_2 = 6 \cdot 30 + 3,5 \cdot (2 - 1) \cdot 30 = 285 \text{ Вт} \cdot \text{м},$$

$$M_3 = 17 \cdot 30 + 4 \cdot (4 - 1) \cdot 30 + 3,5 \cdot 40 = 1010 \text{ Вт} \cdot \text{м},$$

$$\Sigma M_{r2} = 360 + 285 + 1010 = 1655 \text{ Вт} \cdot \text{м}.$$

$$2) \quad \Sigma M_{r4} = M_1;$$

$$M_1 = 31 \cdot 180 + 4 \cdot (22 - 1) \cdot 180 = 25200 \text{ Вт} \cdot \text{м},$$

$$\Sigma M_{r4} = 25200 \text{ Вт} \cdot \text{м}.$$

$$3) \quad \Sigma M_{r6} = M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5 + M_6;$$

$$M_1 = 12 \cdot 40 + 3 \cdot (4 - 1) \cdot 40 = 840 \text{ Вт} \cdot \text{м},$$

$$M_2 = 7 \cdot 10 + 2 \cdot (3 - 1) \cdot 10 = 110 \text{ Вт} \cdot \text{м},$$

$$M_3 = 6 \cdot 40 + 3 \cdot (4 - 1) \cdot 40 = 600 \text{ Вт} \cdot \text{м};$$

$$M_4 = 5 \cdot 30 + 2 \cdot (3 - 1) \cdot 30 = 270 \text{ Вт} \cdot \text{м},$$

$$M_5 = 22 \cdot 40 + 3,5 \cdot (6 - 1) \cdot 40 = 1580 \text{ Вт} \cdot \text{м},$$

$$M_6 = 22 \cdot 50 + 2 \cdot (3 - 1) \cdot 50 = 1300 \text{ Вт} \cdot \text{м},$$

$$\Sigma M_{r6} = 840 + 110 + 600 + 270 + 1580 + 1300 = 4700 \text{ Вт} \cdot \text{м}.$$

$$\Sigma M_B = 1655 + 25200 + 4700 = 31755 \text{ Вт} \cdot \text{м}.$$

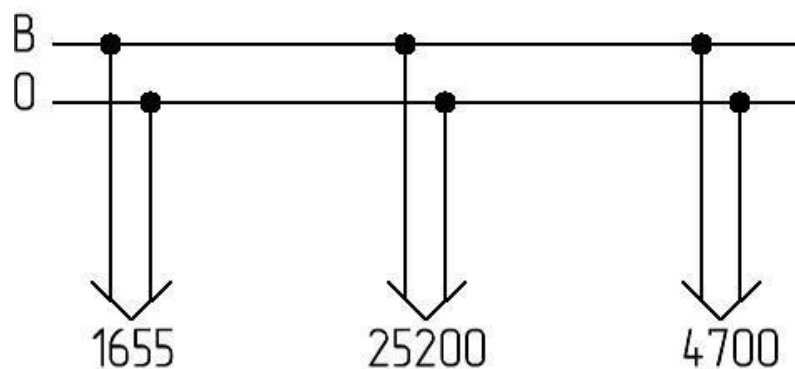


Рисунок 2.5 - До прикладу розрахунку чотирьохпровідної мережі змінного струму

Таблиця 2.4 - Результати розрахунку моментів навантаження

Світильники освітлення	підключення до фази	Момент навантаження кожної лінії освітлювальної мережі, Вт*м						Сумарний момент навантаження групи, Вт*м
Група №1	А	360	285	110				1655
Група №2	В	360	285	110				1655
Група №3	А	20700						20700
Група №4	В	25200						25200
Група №5	А	840	110	600	270	1580	1300	4700
Група №6	В	840	110	600	270	1580	1300	4700
Група №7	А	732	510	1920				3162
Група №8	З	732	510	1920				3162
Група №9	З	690	1080	855				2625
Група №10	З	840	1230					2070
Група №11	А	720						720
Група №12	З	1755	3555					5310
Група №13	З	1755	3555					5310
Група №14	З	6050						6050
Група №15	З	7512						7512
Сумарний момент навантаження на кожену		А						31755
		В						31555
		З						32039

Відповідно до виконаних розрахунків зобразимо електричну схему підключення груп світильників до трифазної електричної мережі (рис.2.6).

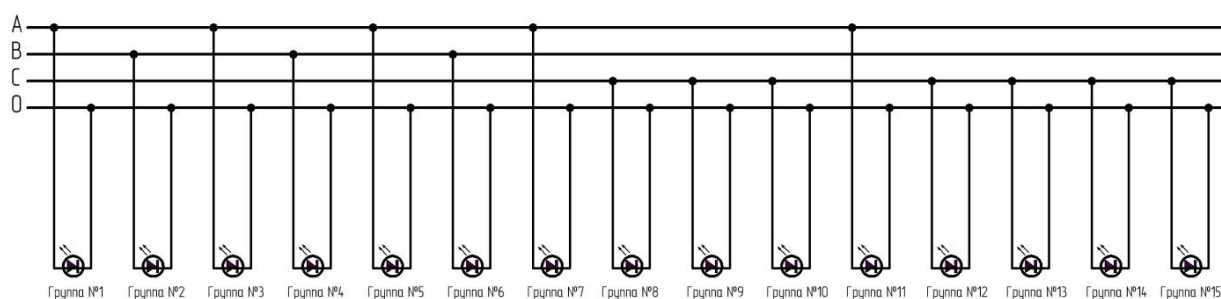


Рисунок 2.6 - Розподіл груп світильників по фазах

2.2.4 Перевірка проводів по падінню напруги

Падіння напруги в чотирьох лінії живлення для кожної з фаз визначимо за формулою:

$$\Delta U = \frac{\Sigma M}{c \cdot S} \cdot 100\%, \quad (2.11)$$

де ΣM - сумарний момент навантаження фази;

$c = 25,6$ - коефіцієнт, який залежить від матеріалу проводу, напруги мережі і числа проводів, взятий з довідкової літератури;

S - перетин живильної мережі. Втрата напруги в фазі А і 0:

$$\Delta U_{ao} = \frac{31755}{25.6 \cdot 2.5 \cdot 10^5} \cdot 100\% = 0,49 \%$$

Отже провід ШВВП перетином $2,5 \text{ мм}^2$ підходить, так як допустиме значення напруги, згідно з ПУЕ, на найбільш віддалених лампах не повинно бути нижче 97,5% номінального [6].

Втрата напруги в нульовому проводі:

$$\Delta U_{0\phi A} = \frac{31755}{25.6 \cdot 2.5 \cdot 10^5} \cdot 100\% = 0,49 \%$$

Втрата напруги в фазі А:

$$\Delta U_A = \Delta U_{A0} + \Delta U_{0\phi A} - 0,5 \cdot (\Delta U_{0\phi B} + \Delta U_{0\phi C}) \quad (2.12)$$

$$\Delta U_A = 0,49 + 0,49 - 0,5 \cdot (0,49 + 0,5) = 0,49\%$$

Розрахунок зведемо в таблицю 2.5

Таблиця 2.5 – До перевірного розрахунку на падіння напруги

Фаза	Момент навантаження, Вт · м	Перетин дроту S, мм ²	Коефіцієнт с, в.о.	Втрата напруги в фазному про нульовий провіді, %	Втрата напруги в нульовому провіді, %	Втрата напруги в фазному провіді, %
A	31755	2,5	25,6	0,49	0,49	0,49
B	31555			0,49	0,49	0,48
3	32039			0,5	0,5	0,5
0	-			-	-	-

2.2.5 Перевірка проводів за умовою нагріву і вибір захисної апаратури

За допустимому нагріву повинні бути перевірені всі ділянки електричної освітлювальної мережі. При цьому необхідно дотримуватися наступне співвідношення:

$$I_n \geq I_p, \quad (2.13)$$

де $I_n = 21$ А - значення тривало допустимого струму, визначено з нормованих значень наведених в ПУЕ для двожильного мідного кабелю з ПВХ ізоляцією і перетином струмопровідної жили 2,5 мм² і $I_n = 27$ А - для трьохжильного проводу перетином 2,5 мм²[13].

I_p - робочий струм на ділянці, А.

Значення робочого струму для кожної з ділянок мережі в залежності від

розрахункового навантаження і конфігурації розглянутого ділянки мережі визначаються за формулами:

$$I_p = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} \quad - \text{однофазна мережа}$$

$$I_p = \frac{P}{3 \cdot U \cdot \cos \varphi} \quad - \text{трьохфазна мережа} \quad (2.15)$$

де P - розрахункове навантаження, Вт.

Вибір автоматичних вимикачів необхідно проводити з умови:

$$I_{a0} \geq I_p \quad (2.16)$$

Так як розрахунок однотипний для кожної ділянки освітлювальної мережі, тому наводимо приклад розрахунку перевірки дроти і вибору автоматичного вимикача для вступного ділянки мережі, для інших - занесемо результати розрахунку в таблицю 2.6.

$$I_p = \frac{1455}{3 \cdot 220 \cdot 0,95} = 23,5 \text{ А}$$

Умова для вибору перетину дроту дотримується:

$$I_n \geq I_p$$

$$27 \geq 23,5$$

Вибір ввідного автоматичного вимикача:

$$25 \geq 23,5$$

Приймаємо автоматичний вимикач фірми ABB SH204 3 25A 6кА 4-полюсний.

2.6 Таблиця розрахунку для групових ліній

Світильники освітлення	Сумарна потужність світильників Рл, Вт			cos φ	Напруга U, В	Розрахунковий струм Ір, А			Тип автоматично го вимикача	Робочий струм автомата Іа, А			
1	2			3	4	5			6	7			
Група №1	340			0,95	220	1,6			S 201 C 4A 6кА 1 полюсний	4			
	200	60	160			0,96	0,3	0,77	S201 C 3A 10кА 1 полюсний	3	3	3	
Група №2	340			0,95	220	1,6			S 201 C 4A 6кА 1 полюсний	4			
	200					0,96	0,3	0,77	S201 C 3A 10кА 1 полюсний	3	3	3	
Група №3	3960			0,95	220	19			S201-C20 20A 6кА 1 полюсний	20			
	1980		1980			9,5		9,5	S201 3 10A 6кА 1 полюсний	10	10		
Група №4	3960			0,95	220	19			S201-C20 20A 6кА 1 полюсний	20			
	1980		1980			9,5		9,5	S201 3 10A 6кА 1 полюсний	10	10		
Група №5	830			0,95	220	4			SH 201 C 6A 6кА 1 полюсний	6			
	160		90			240	150	0,77	0,14	0,77	0,43	1,15	0,72
Група №6	830			0,95	220	4			SH 201 C 6A 6кА 1 полюсний	6			
	160		90			240	150	0,77	0,14	0,77	0,43	1,15	0,72
Група №7	330			0,95	220	1,6			S 201 C 4A 6кА 1 полюсний	4			
	120					0,58	0,43	0,58	S201 C 3A 10кА 1 полюсний	3	3	3	
Група №8	330			0,95	220	1,6			S 201 C 4A 6кА 1 полюсний	4			
	120	90	120			0,58	0,43	0,58	S201 C 3A 10кА 1 полюсний	3	3	3	

Продовження таблиці 2.6

1	2			3	4	5			6	7		
Група №9	390			0,95	220	1,9			S 201 C 4A 6кА 1 полюсний	4		
	120					0,58	0,86	0,43	S201 C 3A 10кА 1 полюсний	3	3	3
Група №10	210			0,95	220	1			S201 C 3A 10кА 1 полюсний	3		
	120	90				0,58	0,43		S201 C 3A 10кА 1 полюсний	3	3	
Група №11	90			0,95	220	0,4			S201 C 3A 10кА 1 полюсний	3		
	90					0,4			S201 C 2A 10кА 1 полюсний	2		
Група №12	480			0,95	220	2,3			S 201 C 4A 6кА 1 полюсний	4		
	240	240				1,15	1,15		S201 C 3A 10кА 1 полюсний	3	3	
Група №13	480			0,95	220	2,3			S 201 C 4A 6кА 1 полюсний	4		
	240	240				1,15	1,15		S201 C 3A 10кА 1 полюсний	3	3	
Група №14	1100			0,95	220	5,3			S201 3 10A 6кА 1 полюсний	10		
	550	550				2,6	2,6		S 201 C 4A 6кА 1 полюсний	4	4	
Група №15	880			0,95	220	4,2			SH 201 C 6A 6кА 1 полюсний	6		
	440	440				2,1	2,1		S 201 C 4A 6кА 1 полюсний	4	4	
Ввідний участок	1455			0,95	220	23,2			SH204 3 25A 6кА 4 полюсний	25		
Аварійне освітлення	520			1	220	2,4			S 201 C 4A 6кА 1 полюсний	4		
	260	260				1,2	1,2		S201 C 2A 10кА 1 полюсний	2	2	

2.3 Визначення навантаження освітлення

Навантаження створюваного освітленням представлені в таблиці 2.7

Таблиця 2.7 – Навантаження змінного струму

№	Навантаження змінного струму	Потужність в Вт	×	Годин в неділю	=	Вт·ч/неділю
1	Овітлення	31755	×	56	=	1 778 280
Всього		360				

Кількість ампер-годин на тиждень, необхідна для покриття навантаження змінного струму визначається формулою:

$$q_{\text{нед}}^{\text{пер}} = \frac{W}{U} = \frac{1778280}{220} = 8083 \text{ А} \cdot \text{ч/нед.} \quad (2.17)$$

Добова вартість споживання $\text{А} \cdot \text{ч}$ визначається за 7-денний поділ $q_{\text{сут}}$:

$$q_{\text{сут}} = \frac{q_{\text{нед}}}{7} = \frac{8083}{7} = 1,5472 \text{ кА} \cdot \text{ч} \quad (2.18)$$

$q_{\text{сут}}$ - розраховується на основі зимового часу і літа, коли освітлення в літній вхід включається пізніше, а взимку-раніше, за цю кількість годин на тиждень, як очікується, буде дорівнювати 56h.

Напруга інвертора приймається 220 в, так як система освітлення на світлодіодних лампочок становить 31 755 кВт.

2.4 Визначення необхідну ємність батареї і їх кількість

Щоб визначити оптимальну кількість АКБ, необхідно врахувати, що чим більше Глибина розряду, тим швидше батареї не вдасться. Рекомендується врахувати глибину розряду від 20%-50%. Відповідно, коефіцієнт використання γ буде з 0,2 до 0,8.

Заряд батареї, беручи до уваги глибину розряду:

$$q_{\gamma} = \frac{q_N}{\gamma} = \frac{1,5472}{0,8} = 1,934 \text{ кА} \cdot \text{ч} \quad (2.19)$$

З огляду на зберігання АКБ в них. і той факт, що температура цієї кімнати буде не менше 15С, ми беремо коефіцієнт 2,2, 4, який враховує температуру навколишнього середовища в приміщенні.

Таблиці 2.8- Температурний коефіцієнт батареї

Температура в градусах		Коефіцієнт
Цельсія	Фаренгейта	
26,7С	80F	1,00
21,2С	70F	1,04
15,6С	60F	1,11
10,0С	50F	1,19
4,4С	40F	1,30
-1,1С	30F	1,40
-6,7С	20F	1,59

Необхідна ємність акумулятора:

$$q_{\text{общ}} = q_{\gamma} \cdot \alpha = 1,934 \cdot 1,19 = 2,304 \text{ кА} \cdot \text{ч} \quad (2.20)$$

За отриманими потужністю, ми приймаємо батареї Leon DJM 12-200 представлені на малюнку. 2.7



Рис. 2.7 – Зовнішній вигляд АКБ

Таблиця 2.9 – Характеристики акумуляторів

Найменування	LEOCH DJM 6-200
Напруга, В	12
Ємність, Ач	200
Довжина, мм	322
Ширина, мм	178
Висота, мм	228
Висота с клемой, мм	234
Вага, кг	29,1

Кількість батарей, з'єднаних паралельно:

$$N_{\text{пар}}^{\text{АКБ}} = \frac{q_{\text{общ}}}{q_{\text{ном}}} = \frac{2,304}{0,3} = 8 \text{штук} \quad (2.21)$$

Розрахуємо кількість послідовно підключених батарей:

$$N_{\text{посл}}^{\text{АКБ}} = \frac{U_{\text{инв}}}{U_{\text{ном}}} = \frac{350}{24} = 15 \quad (2.22)$$

Повна кількість батарей буде:

$$N^{\text{АКБ}} = N_{\text{пар}}^{\text{АКБ}} \cdot N_{\text{посл}}^{\text{АКБ}} = 1 \cdot 15 = 120 \text{ штук} \quad (2.23)$$

2.5 Визначення куту нахилу сонячних панелей

Точні розрахунки та інжиніринг систем енергопостачання з відновлювальними джерелами енергії є запорукою їх продуктивної та безаварійної експлуатації, істотної економії ресурсів і мінімізації зовнішнього енергоспоживання. Для правильного розрахунку таких систем енергопостачання і обліку різних параметрів, що впливають на їх продуктивність, використовуються спеціальні програми, автокалькулятори і статистичні метеодані - сонячна інсоляція, швидкість вітру, температура та інші умови. Не існує єдиного підходу до розрахунку всіх типів систем, тому виділимо основні параметри.

Кут нахилу розраховується за наступною формулою:

$$\beta = 0,76\varphi + 3,1^\circ \quad (2.24)$$

Координати м. Кривий Ріг – $\varphi = 47^\circ 57'$ пн.ш.; $33^\circ 25'$ сх.д.

$$\beta = 47^\circ 57' \cdot 0,76 + 3,1^\circ = 39^\circ$$

У разі попереднього обчислення рекомендовано визначати приблизний кут нахилу ФЕБ відносно горизонту за формулою:

$$\beta = \varphi \pm 15^\circ$$

2.6 Розрахунок приведених експлуатаційних параметрів ФЕМ

Конструктивні параметри ФЕМ: до складу модуля входить приєднувальна коробка, яка інтегрована в його конструкцію. Кожна коробка має подовжені виводи (два PV кабеля довжиною 1000-1200 мм кожен) з конекторами плюсового і мінусового виводів для швидкої комутації та виключення помилкових з'єднань. Модуль обрамлений в алюмінієву раму з технологічними отворами для його механічної фіксації на опорних металевих конструкціях (столах).

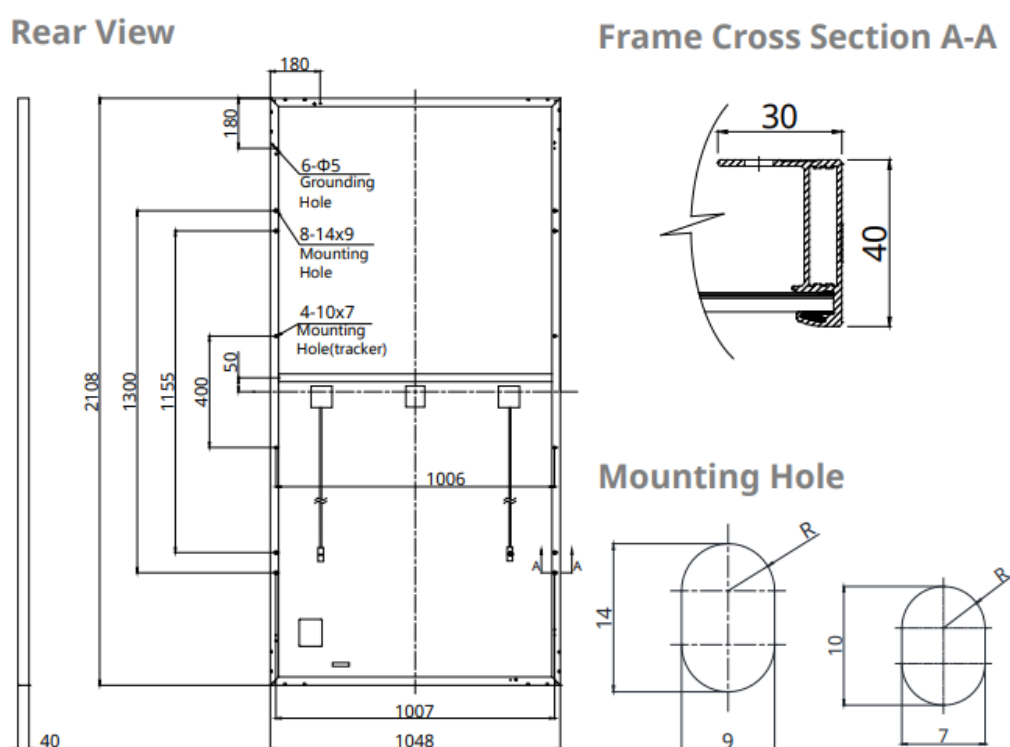


Рисунок 2.9 – Конструктивні параметри ФЕМ

Виходячи із завдання та отриманих даних обираємо фотомодуль типу фотомодуль Canadian Solar HiKu CS3W-400.

Таблиця 2. 10 – Основні технічні характеристики фотомодуля

Номінальна потужність, Вт	400
Струм короткого замикання, А	10,9

Тип фотоелементу	полікристалічний кремній
NOCT	45 °C
Температурний коефіцієнт P_{max}	-0,37%/°C
Розміри модуля, мм	2108 × 1048 × 40
ККД, %	18,1

Очікувана температура модуля обчислюється з NOCT за формулою:

$$T_{PTC} = 20 + 1,389 \cdot (NOCT - 20) \cdot (0,9 - \eta) \quad (2.25)$$

$$T_{PTC} = 20 + 1,389 \cdot (45 - 20) \cdot (0,9 - 0,181) = 44,96 \text{ °C}$$

Очікувана реалістична потужність:

$$P_{PTC} = P_{STC} \cdot [1 - C_T \cdot (T_{PTC} - 25^\circ\text{C})], \quad (2.26)$$

де P_{STC} – потужність, заявлена в характеристиці модуля, Вт.

$$P_{PTC} = 400 \cdot [1 - 0,0037 \cdot (44,96 - 25)] = 370,4 \text{ Вт}$$

$$P_{PTC}/P_{STC} = 92,6 \text{ \%}.$$

Кількість фотомодулів:

$$N_\phi = 207 \text{ шт.}$$

2.7 Вибір кількості та параметрів інверторного обладнання для покриття потужності фотоелектричної станції

Обираємо інвертор типу ABi-Solar HT 10K3P. Кількість інверторів – 3.

Основні технічні характеристики сонячного інвертора типу ABi-Solar HT 10K3P:

- номінальна вихідна потужність – 10 000 Вт;

- максимальна вхідна потужність – 14 850 Вт;
- максимальна вхідна напруга – 900 В;
- діапазон напруг МРРТ – 350-850 В;
- кількість незалежних МРР входів – 2;
- максимальний ККД – 96 %.

Робочий діапазон інвертора розташований між значеннями напруги старту $U_{dc\ start}$ і максимальною напругою $U_{dc\ max}$. Як тільки напруга постійного струму з боку сонячних батарей досягає значення $U_{dc\ start}$, перетворювач активується і починає пошук точки максимальної потужності МРР. Якщо ця точка знаходиться між $U_{dc\ min}$ і $U_{dc\ start}$, інвертор запусниться і почне працювати. Поки напруга не перевищує мінімальне значення діапазону МРРТ $U_{mrr\ min} - U_{mrr\ max}$, інвертор працює з неповною потужністю. Найвища ефективність перетворювача досягається з напругою U_{nom} , так що конфігурація ланцюгів сонячних батарей повинна видавати напругу, близьке до U_{nom} інвертора.

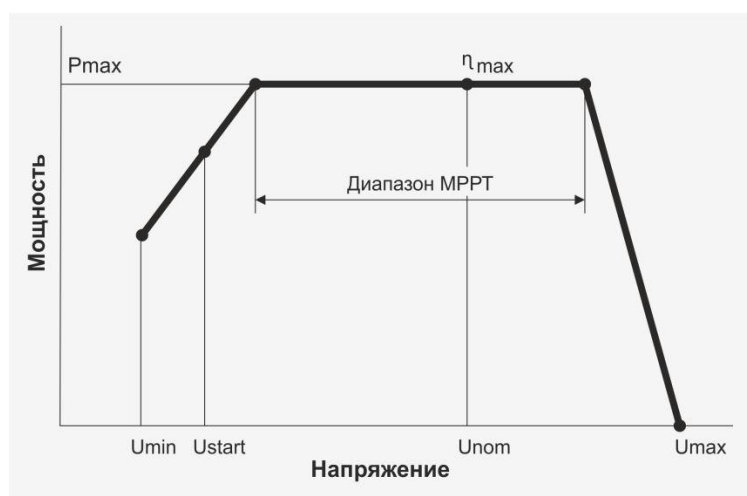


Рисунок 2.11 – Графік роботи інвертора сонячної електростанції
Максимальний струм в ланцюгові:

$$I_{SC(Tr)} = I_{SC} \left[1 + (Tr - 25) \frac{a_T}{100} \right], \quad (2.27)$$

де $I_{SC(Tr)}$ – значення струму сонячної батареї при 70°C ;

I_{SC} – значення струму в умовах STC, вказане в характеристиці модуля;

Tr – максимальна температура;

a_T - температурний коефіцієнт I_{SC} (0,05% / K).

$$I_{SC(Tr)} = 10,9 \cdot \left[1 + (85 - 25) \frac{0,05}{100} \right] = 11,23 \text{ A}$$

Максимальна напруга:

$$U_{OC(Tr)} = U_{OC} \left[1 + (Tr - 25) \frac{\beta_T}{100} \right], \quad (2.28)$$

де $U_{OC(Tr)}$ - значення напруги при температурі - 25 ° C;

U_{OC} - напруга холостого ходу;

Tr - мінімальна робоча температура;

β_T - температурний коефіцієнт модуля.

$$U_{OC(Tr)} = 47,2 \left[1 + (-40 - 25) \frac{-0,37}{100} \right] = 53 \text{ B}$$

Кількість модулів в стрінгі, які з'єднані послідовно:

$$N_{max} \leq U_{DC \max} / U_{OC(Tr)}, \quad (2.29)$$

де $U_{DC \max}$ – максимально допустиме значення напруги на вході перетворювача.

$$N_{max} \leq \frac{1000}{53} = 18,9$$

Округляю до цілого числа в меншій стороні, отримуємо, що в одному стрінгу можна встановити до 18 сонячних батарей.

$$N_{onm} = \frac{U_{DC \text{ рек}}}{U_{OC(Tr)}} = \frac{850}{53} = 16,$$

де $U_{DC \text{ onm}}$ — рекомендована робоча напруга інвертора;

N_{onm} — оптимальна кількість сонячних батарей для встановлення в стрінг.

Округляємо до цілого меншого числа — 16.

Розрахунок мінімальної кількості модулів в ланцюзі з урахуванням допустимого пускового напруги інвертора.

$$U_{OC(T_{max})} = U_{OC} \left[1 + (T_{max} - 25) \frac{\beta_T}{100} \right],$$

$$N_{min} \leq U_{DC \text{ start}} / U_{OC(T_{max})},$$

$U_{OC(T_{max})}$ — напруга при максимальній температурі 85 ° С;

U_{OC} — напруга холостого ходу;

T_{max} — максимальна робоча температура;

β_T — температурний коефіцієнт модуля;

N_{min} — мінімальна кількість сонячних батарей;

$U_{DC \text{ start}}$ — початкова напруга.

$$U_{OC(T_{max})} = 47,2 \left[1 + (85 - 25) \frac{-0,37}{100} \right] = 36,7 \text{ В}$$

$$N_{min} \leq \frac{350}{36,7} = 9,5$$

Визначення допустимої кількості модулів в ланцюзі з урахуванням МРРТ трекера інвертора:

$$U_{MPP(T_{max})} = U_{MPP(STC)} \left[1 + (T_{max} - 25) \frac{\beta_T}{100} \right],$$

$$N_{min} \cdot U_{MPP(T_{max})} \geq U_{DC min} , \quad (2.30)$$

- $U_{MPP(T_{max})}$ – напруга сонячної батареї при 85 ° C;
- $U_{MPP(STC)}$ – оптимальне напруга MPPT;
- T_{max} – максимальна робоча температура;
- N_{min} – мінімальна кількість модулів в стрінгах;
- $U_{DC min}$ – мінімальне значення MPPT інвертора;

$$U_{MPP(T_{max})} = 38,7 \left[1 + (85 - 25) \frac{-0,37}{100} \right] = 30,1 \text{ В}$$

$$N_{min} \geq \frac{350}{30,1} = 11,6$$

Отриманий результат округляємо до найближчого більшого значення. Такому чином рекомендується встановлювати не менше 12 модулів в стрінг для оптимальної роботи MPPT інвертора.

2.8 Вибір параметрів кабельних ліній мережі постійного струму

Мережа постійного струму ФЕС, окремих столів та фотоелектричних модулів виконується кабелем PV перерізом 6 мм² з мідними жилами.

ФЕМ послідовно з'єднуються кабелями постійного струму (PV кабелями) перерізом 1х6 мм² в збірки (стрінги) з оптимально вибраною кількістю сонячних модулів. Розраховується довжина кабелю в межах кожної збірки за паспортними параметрами прийнятих до встановлення ФЕМ.

За визначеним місцем розташування інвертора розраховується довжина кабелю постійного струму від виводів кожної збірки до інвертора з урахуванням визначених проектом переходів та опусків та із забезпеченням запасу кабелю в 1%.

Довжина кабелю типу PV 1х6 складає по лінії «+» 270 м, і «-» 207 м, тобто загальна довжина – 414 м.

$$\Delta P_{DC} = 2I_{стр}^2 l_{кл.DC} R_0, \quad (2.31)$$

де R_0 – питомий опір КЛ постійного струму, який дорівнює для кабелю перерізом 6 мм² можна прийняти значенням 3,1 Ом/км;

$I_{стр}^2$ – струм, який протікає через стрінг (збірку) ФЕМ, А

$$\Delta P_{DC} = 2 \cdot 10,34^2 \cdot 414 \cdot 0,0031 = 0,274 \text{ кВт}$$

Втрати в мережі постійного струму складають, %:

$$\Delta P_{\%} = \frac{\Delta P_{DC}}{P_{інв}} \cdot 100\% = \frac{0,274}{10} \cdot 100\% = 2,74 \% \quad (2.32)$$

2.9 Вибір параметрів кабельних ліній напругою 0,4 кВ

$$I_M^{інв} = \frac{P_{інв}^{ном}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \varphi} = \frac{10\,000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,96} = 15,83 \text{ А} \quad (2.33)$$

Приймаємо кабель марки АВВГ 3х2.5 (ож)-1 $I_{доп.пасп} = 28 \text{ А}$

1. Перевірка кабелю по допустимому тривалому струму навантаження

Кабель підходить, якщо виконується умова:

$$I_p < I_{доп}$$

де I_p - розрахунковий струм в мережі, А;

$I_{\text{доп}}$ - максимальна розрахункова потужність.

Розрахунок виконуємо згідно СОУ-Н МЕВ 40.1-37471933-49-2011 "Проектування кабельних ліній напругою до 330 кВ." (Додаток Ж) з урахуванням допоміжних коригувальних коефіцієнтів.

$k_2=1,0$ (кабель напругою 0,4 кВ прокладається на глибині 0,8 м, таблиця 8.13),

$k_3= 0,96$ (таблиця 8.16, для температури землі влітку на рівні 25°C),

$k_4= 1,05$ (додаток В, СОУ-Н МПЕ 40.1.20.509 2005) – для нормальних ґрунтів, питомий опір і характеристики якого визначаються після проведення геодезичних вишукувань для літнього періоду з кількістю кабелів у траншеї 3 і більше та коефіцієнті попереднього завантаження менше 0,8;

$k(m)= 1,1$ – коефіцієнт навантаження.

$$I_{240} = I_{\text{доп. пасп}} \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_m = 28 \cdot 1,0 \cdot 0,96 \cdot 1,05 \cdot 1,1 = 31 \text{ А} \quad (2.34)$$

$$15,83 \text{ А} < 31 - \text{умова виконується}$$

Переріз жили 2,5 мм² у заданих умовах прокладання достатній.

Перевіряємо кабелі на термічну стійкість при протіканні струмів короткого замикання. Умова перевірки:

$$F_{\min} \leq F, \quad (2.35)$$

де F_{\min} – мінімальний переріз провідника, що відповідає вимозі його термічної стійкості при короткому замиканні, мм².

$$F_{\min} \leq \frac{I_{\infty} \sqrt{t_{\text{відк}} + T_a}}{C}, \quad (2.36)$$

де I_{∞} – струм КЗ, А;

$t_{\text{відк}}$ – час протікання струму КЗ, с;

T_a – постійна часу затухання аперіодичної складової струму КЗ, рівна для розподільчих мереж напругою 0,4 кВ 0,01 с;

C – постійна, що визначається в залежності від заданої ПУЕ кінцевої температури нагріву жил і напруги, $\text{А} \cdot \text{с}^{-1/2} / \text{мм}^2$.

$$F_{\min} = \frac{250\sqrt{0,25+0,01}}{90} = 1,5 \text{ мм}^2 \quad (2.37)$$

Згідно ПУЕ час дії струму КЗ складається з часу дії основного релейного захисту даного ланцюга $t_{\text{рз}}$ і повного часу відключення вимикача $t_{\text{відк.в}}$ (для випадку із запобіжниками – це час спрацювання запобіжника).

Для електричних мереж загального призначення норми відхилень напруги δU_y регламентовані ГОСТ 13109-97.

Перевірка по відхиленням напруги зводиться до визначення фактичної і допустимої втрати напруги.

Втрати напруги в елементах електричної мережі визначаються за формулами:

- для електричних мереж 3-х фазного струму

$$\Delta U = 100 \frac{\sqrt{3} I_m l}{U_{\text{ном}}} (r_0 \cos \varphi + x_0 \sin \varphi), \% \quad (2.38)$$

де I_m – максимальний розрахунковий струм лінії 0,4 кВ, А (в нашому випадку – це струм, який знаходиться за номінальною потужністю інвертора)

l – довжина лінії, км;

r_0 – питомий опір лінії, Ом/км (паспортні дані вибраного кабелю);

$$\Delta U = 100 \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot 15,83 \cdot 5}{0,4 \cdot 10^3} \cdot 0,0126 \cdot 0,99 = 0,43 \% \quad (2.39)$$

Можна знехтувати складовою, яка містить $\sin\varphi$, оскільки режим роботи мережі характеризується активним навантаженням з $\cos\varphi$ близьким до одиниці.

2.10 Вибір параметрів комутаційної захисної апаратури в мережі 0,4 кВ

Вибір запобіжники:

а) захист КЛ-0,4 кВ

$$I_{\text{НОМ.ВСТ}} \geq I_{\text{НОМ.ІНВ}}$$

Обираємо запобіжник типу NH – ТУР Т серії ARS виробництва АРАТОР,
 $I_{\text{НОМ.ВСТ}} = 40 \text{ А}$, $I_{\text{НОМ.ІНВ}} = 14,5 \text{ А}$.

Вибрана плавка вставка перевіряється:

- за умовами захисту провідників від струмів к.з.
- на чутливість спрацювання при двофазних к.з.

$$I_{K3}^{(2)} / I_{\text{НОМ.ВСТ}} \geq (4 \dots 7)$$

$$216/40 = 5,4$$

Висновок по розділу:

3 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

Вступ

Значна частина підприємств в нашій країні введена в експлуатацію дуже давно. Дробильна фабрика №2 Південний гірничо-збагачувального комбінату була введена в експлуатацію в 1960 році. У зв'язку з цим, освітлювальні мережі фабрики давно вичерпали свій термін служби.

В даному проекті пропонується замінити звичайні лампи розжарювання і ДРЛ на світлодіодні. А також замінити електропроводку і в якості резервного джерела живлення встановити сонячну станцію. Це дозволить збільшити термін служби, зменшити витрати на обслуговування цих світильників.

В економічній частині дипломного проекту необхідно визначити капітальні витрати і експлуатаційні витрати по впровадженню нової освітлювальної мережі.

3.1 Розрахунок капітальних витрат

Проектні капіталовкладення:

$$K_{\text{пр}} = K_{\text{об}}(\sum_{i=1}^k C_i) + Z_{\text{тзс}} + Z_{\text{м}} + Z_{\text{н}} + Z_{\text{пр}}, \quad (3.1)$$

де $K_{\text{об}}(\sum_{i=1}^k C_i)$ – вартість придбання електрообладнання (засобів автоматизації, програмного забезпечення тощо) за проектом або сумарна вартість комплектуючих елементів i - го виду, необхідних для реалізації прийнятого технічного рішення;

k – кількість необхідних комплектуючих елементів;

$Z_{\text{тзс}}$ – транспортно-заготівельні і складські витрати;

$Z_{\text{м}}$ – витрати на монтажні роботи;

$Z_{\text{н}}$ – витрати на налагоджувальні роботи;

$Z_{\text{пр}}$ – інші одноразові вкладення грошових коштів.

Таблиця 3.1 – Витрати на придбання електрообладнання

№ з/п	Найменування технічних засобів (комплектуючих виробів)	Кількість	Ціна за одиницю, грн.	Сума, грн.
1	Фотомодулі типу Canadian Solar HiKu CS3W-400	207	4982	1031274
2	Інвертор типу ABi-Solar HT 10K3P	3 шт.	111 048	333144
3	Кабель 6 мм мідний сонячний KBE Solar 50618, чорний	1938 м	35	68256
4	Силовий кабель типу АВБ6Шв 3х50	1100 м	80	88154
5	Світильник промисловий Maxus MB-10	6	654	3924
6	Світильник промисловий Maxus MB-30	87	1812	157644
7	Світильник промисловий Maxus BB-40	58	1860	107880
8	Світильник промисловий Maxus MB-50	40	2325	93000
9	Світильник промисловий Maxus BE-180	44	2858	125752
10	Автоматичний вимикач ABB C 3A	35	94,20	3297
11	Автоматичний вимикач ABB C 4A	11	82,10	903
12	Автоматичний вимикач ABB C 6A	3	103,05	309
13	Автоматичний вимикач ABB C 10A	5	138,90	695
14	Автоматичний вимикач ABB C 20A	2	110,16	220
15	Ввідний автоматичний вимикач ABB C 63A	1	1207	1207
16	Розподільчий щит Legrand на 1 модуль IP30	1	57	57
17	Розподільчий щит Legrand на 2 модуля IP30	7	57	399
18	Розподільчий щит Legrand на 4 модуля IP30	5	77	385
19	Розподільчий щит Legrand на 6 модулів IP30	2	229	458
20	Розподільчий щит Legrand на 18 модуль IP30	1	790	790
21	Провід ШВВП 2х2,5 1м/п	1663	13,70	22783

Продовження таблиці 3.1

22	Кабельний короб Hager LFR 7x12 мм 1 м/п	1663	21,69	36070
23	Клемна колодка Legrand 2x0,75-2,5мм ² 24А	7	18,95	133
24	Клемна колодка Legrand 16x0,75-2,5мм ² 24А	1	104,95	105
25	Клемна колодка Legrand 3x0,75-2,5мм ² 24А	10	23,5	235
26	АКБ Leon	120	2600	311960
Всього				2 389 034

$$K_{об} = 1031274 + 333144 + 68256 + 88154 + 3924 + 157644 + 107880 + 93000 + 125752 + 3297 + 903 + 309 + 695 + 220 + 1207 + 57 + 399 + 385 + 458 + 790 + 22783 + 36070 + 133 + 105 + 235 + 311960 = 2389034 \text{ грн}$$

3.2.1 Транспортно-заготівельні і складські витрати

1. Для доставки сонячних панелей із м. Київ до м. Кривий Ріг, при умові використання послуг оператора перевезення «Нова пошта»;
2. Для доставки інверторів із м. Київ до м. Кривий Ріг, використовуємо оператора перевезення «Нова пошта»;
3. Для доставки кабелю сонячного КВЕ Solar із м. Київ до м. Кривий Ріг, використовуємо оператора перевезення «Нова пошта»;
4. Доставка силового кабелю типу АВБШВ 3x50 здійснюється безкоштовно, за рахунок компанії;
5. Для доставки провoda ШВВП 2x2,5 1м/п із м. Запоріжжя до м. Кривий Ріг, використовуємо оператора перевезення «Нова пошта»;
6. Для доставки кабельного короба Hager LFR 7x12 мм 1 м/п із м. Вінниця до м. Кривий Ріг, використовуємо оператора перевезення «Нова пошта»;
7. Доставка світильників в м. Кривий Ріг здійснюється безкоштовно;

8. Для доставки автоматичних вимикачів АВВ С із м. Дніпро до м. Кривий Ріг використовуємо оператора перевезення «Нова пошта»;
9. Доставка розподільчих щитів Legrand та клемних колодок Legrand в м. Кривий Ріг здійснюється безкоштовно;
10. Акумуляторні батареї Leon 24W 300Ah – доставка безкоштовна.

Таблиця 3.2 – Зведення транспортно-заготівельних витрат

№ з/п	Найменування технічних засобів (комплектуючих виробів)	Кількість	Маса виробу	Сума, грн.
1	Фотомодулі типу Canadian Solar HiKu CS3W-400	207	24,9 кг	3325
2	Інвертор типу АBi-Solar НТ 10K3Р	3 шт.	45 кг	2080
3	Кабель 6 мм мідний сонячний KBE Solar 50618, чорний	1938 м	0,075 кг/м	920
4	Силовий кабель типу АВБ6Шв 3х50	1100 м	2,89 кг/м	-
5	Світильник промисловий Maxus MB-10	6	0,39 кг	-
6	Світильник промисловий Maxus MB-30	87	0,39 кг	-
7	Світильник промисловий Maxus BB-40	58	0,39 кг	-
8	Світильник промисловий Maxus MB-50	40	0,39 кг	-
9	Світильник промисловий Maxus BE-180	44	0,39 кг	-
10	Автоматичний вимикач АВВ С 3А	35	0,125 кг	420
11	Автоматичний вимикач АВВ С 4А	11	0,125 кг	
12	Автоматичний вимикач АВВ С 6А	3	0,375 кг	
13	Автоматичний вимикач АВВ С 10А	5	0,375 кг	
14	Автоматичний вимикач АВВ С 20А	2	0,375 кг	
15	Ввідний автоматичний вимикач АВВ С 63А	1	0,125 кг	
16	Розподільчий щит Legrand на 1 модуль IP30	1	1,8 кг	-

Продовження таблиці 3.2

17	Розподільчий щит Legrand на 2 модуля IP30	7	2 кг	-
18	Розподільчий щит Legrand на 4 модуля IP30	5	2,4кг	-
19	Розподільчий щит Legrand на 6 модулів IP30	2	3,5 кг	-
20	Розподільчий щит Legrand на 18 модуль IP30	1	4,3 кг	-
21	Провід ШВВП 2х2,5 1м/п	1663	0,09 кг/м	850
22	Кабельний короб Hager LFR 7х12 мм 1 м/п	1663	3 кг	1020
23	Клемна колодка Legrand 2х0,75-2,5мм ² 24А	7	0,663 кг	-
24	Клемна колодка Legrand 16х0,75-2,5мм ² 24А	1	0,663 кг	-
25	Клемна колодка Legrand 3х0,75-2,5мм ² 24А	10	0,663 кг	-
26	АКБ Leon	120	0,26	-
Всього				8615

$$З_{\text{тзс}} = 3325 + 2080 + 920 + 420 + 850 + 1020 = 8615 \text{ грн}$$

3.2.2 Витрати на монтажні та налагоджувальні роботи

Згідно даних компанії «Теплодом» [1] вартість монтажу та наладки сонячної електростанції складає 10-15% від вартості, тоді: так як вартість обладнання для сонячної станції складає 1 520 828 грн., то вартість монтажних та налагоджувальних робіт:

$$З_{\text{м(н)}} = 1520828 \cdot 0,1 = 152083 \text{ грн.}$$

Проектні капіталовкладення:

$$K_{\text{пр}} = 2389034 + 8615 + 152083 = 2\,549\,732 \text{ грн}$$

3.3 Розрахунок експлуатаційних витрат

Експлуатаційні витрати:

$$C = C_a + C_з + C_c + C_T + C_э + C_{пр}, \quad (3.2)$$

де C_a – амортизаційні відрахування;

$C_з$ – заробітна плата обслуговуючого персоналу;

C_c – єдиний соціальний внесок;

C_T – витрати на технічне обслуговування й поточний ремонт устаткування та мереж;

$C_э$ – вартість електроенергії, що буде споживана об'єктом проектування або втрат електроенергії;

$C_{пр}$ – інші експлуатаційні витрати.

3.2.1 Розрахунок амортизаційних відрахувань

Амортизація об'єкта основних засобів нараховується виходячи з терміну його корисного використання – для сонячних панелей він дорівнює 12 років.

Вартістю основних засобів і нематеріальних активів, що амортизується, є первісна або переоцінена вартість основних засобів і нематеріальних активів за вирахуванням їх ліквідаційної вартості:

$$\Phi_a = \Phi_{п} - Л \quad (3.3)$$

де $\Phi_{п}$ – первісна вартість об'єкта основних засобів;

$Л$ – розрахункова ліквідаційна вартість основних засобів.

Визначити очікувану ліквідаційну вартість об'єкта основних засобів складно, то при прямолінійному методі амортизації вважаємо її рівною нулю.

$$\Phi_a = 2,5 - 0 = 2,5 \text{ млн. грн.} \quad (3.4)$$

Норма амортизації

$$H_a = \frac{\Phi_n - Л}{\Phi_n \cdot T_n} \cdot 100\% = \frac{2,5 - 0}{2,5 \cdot 12} \cdot 100\% = 8,3\%, \quad (3.5)$$

де T_n – термін корисного використання.

Річні амортизаційні відрахування

$$AO = \frac{\Phi_n \cdot H_a}{100} = \frac{2,5 \cdot 8,3}{100} = 0,21 \text{ млн. грн.} \quad (3.6)$$

3.2.2 Розрахунок річного фонду заробітної плати

На підприємстві існують чергові електрики, додатковий персонал не потрібний, тому розрахунок річного фонду заробітної плати не потрібен.

3.2.3 Витрати на технічне обслуговування й поточний ремонт устаткування

Витрати на технічне обслуговування та поточний ремонт встановленого обладнання не передбачуються.

3.2.4 Розрахунок вартості спожитої електроенергії

Об'єкт генерує електричну енергію, тому вартість спожитої електричної енергії не враховується в експлуатаційні витрати.

Експлуатаційні витрати:

$$C = 0,21 \text{ млн. грн.}$$

Висновок по розділу:

Для реконструкції електричної освітлювальної мережі були запропоновані нові світлодіодні промислові світильники, проводи, захисна комутаційна апаратура та сонячна електростанція.

Капітальні витрати на покупку нового обладнання, монтажні та налагоджувальні роботи складають 2,5 млн. грн., а експлуатаційні – 0,21 млн. грн.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4. 1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів

У своєму складі дробильно-заводна фабрика має один конвеєр, оснащений конусом дроблення великих дроблення КПД 1500/180. [14].

В виробничому приміщенні можна виділити такі фізичні небезпечні і шкідливі виробничі чинники:

- рухомі машини та об'єкти (конвеєрні стрічки, механізми конуса дробарки, крани);
- падаючі об'єкти (видача з висоти шматків породи, шматочки руди викинуті машинами, стружка);
- перепади висоти (багаторівневі робочі майданчики, переїзди);
- нахили поверхонь, на яких люди рухаються, нерівності і розсувні властивості цих поверхонь;
- збільшений повітряний пил (забруднення повітря відбувається під час транспортування гірської маси, її перевантаження і дроблення; металевий пил може викликати фіброгенні дії, потрапляючи в легені через дихальні шляхи і викликають захворювання -пневмоконіоз);
- підвищений рівень шуму (у цьому підприємстві джерелом походження, шум може бути віднесена до механічних, його причини є вібраціями, тертя, удари матеріальних тіл; джерела: робочі машини і механізми, рухомі об'єкти, вібраційні об'єкти). Прямий вплив шуму впливає на органи слуху, викликаючи його часткову або сумарну втрату і на центральну нервову систему, викликаючи швидку втому, ослабляє увагу і пам'ять, підвищений артеріальний тиск, порушення обмінних процесів і координацію рухів; все це в кінцевому підсумку призводить до нервовим, серцево-судинним та шлунково-кишковим захворюванням і втрата працездатності. працездатності. Непряма небезпека шуму полягає в тому, що він збільшує ймовірність нещасних випадків, заважаючи сприймати звуки, які сигналізують про наближення небезпеки,

послаблюючи увагу, порушуючи координацію рухів і сповільнюючи реакції людини);

- підвищений рівень вібрації (джерелом вібрації є загальна технологічна вібрація - впливає на операторів дробильної установки; загальна вібрація надає згубну дію на весь організм, на нервову систему і вестибулярний апарат);

- ураження електричним струмом (струмопровідні частини-провідники струму: кабелі, дроти, їх сполуки, клеми; неструмоведучі частини - металеві частини технологічних об'єктів, які можуть опинитися під напругу)

4.2 Інженерно-технологічні заходи з охорони праці

4.2.1 Принципи безпечної експлуатації виробничого обладнання

Щоб забезпечити безпечну експлуатацію обладнання необхідно:

- створенням безпечних по ширині і висоті проходів і робочих місць;
- достатнім і якісним освітленням проходів і робочих місць;
- огорожею (кожухами, решітками, сітками, поручнями) небезпечних елементів обладнання, перепадів висоти і небезпечних зон;
- забарвлення в яскраві кольори небезпечних елементів обладнання;
- використанням знаків безпеки (забороняючих, попереджуючих, розпорядчих, вказівних);
- застосуванням сигналізації (світлової, звукової, ароматичної), що сповіщає про появу небезпек (при пуску обладнання, перевищенні ГДК) [11].

4.2.2 Нормалізація повітряного середовища в приміщенні дробильної фабрики

При захисту працюючих у виробничому середовищі застосовують такі

групи заходів:

1. Заходи боротьби з утворенням шкідливих речовин. Мета цих заходів виключити або зменшити утворення шкідливих речовин в дробильному виробництві. У цю групу заходів входять, наприклад:

- виключення процесів дроблення, просівання, здрібнювання (напр., шляхом заміни їх розчиненням);
- так як виключити процес дроблення і подрібнення шляхом заміни їх розчиненням неможливо, необхідно застосовувати мокрі способи рудо-підготовки;
- використання при дробленні принципу розколювання;
- скорочення місць перевантаження матеріалів та висоти їх падіння при перевантаженні.

2. Заходи боротьби з виділенням шкідливих речовин. Мета цих заходів - запобігти або зменшити надходження утворилися шкідливих речовин в повітря. У цю групу заходів входять:

- герметизація обладнання - джерел шкоди (дробильно-розмольне обладнання, перевантажувальні вузли);
- місцеві відсмоктувачі шкідливих в місцях їх утворення;
- змочування матеріалів перед надходженням їх в пилоутворювальні установки;
- обмеження швидкості руху повітря для виключення підйому осілого пилу і поширення шкідливих домішок в приміщенні;
- систематична прибирання осілого пилу;

3. Заходи індивідуального захисту від шкідливих речовин. Застосовувані засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) повинні перекрити всі можливі шляхи проникнення шкідливих речовин в організм людини (органи дихання, стравохід, слизові оболонки і пори шкіри). До засобів індивідуального захисту відносять:

- герметизовані кабінки операторів, якими користуються при автоматичному або дистанційному управлінні стаціонарним обладнанням

(дробарками, конвеєрами);

- власне ЗІЗ, до яких відносять спецодяг, респіратори, протигази, захисні окуляри) [15].

На даній фабриці доцільно використовувати фільтруючі респіратори є полегшене засіб для захисту від шкідливих газів, парів і аерозолів. Очищення вдихуваного повітря здійснюється в них за рахунок фільтрації через волокнисті матеріали.

За конструктивним оформленням респіратор, застосовуваний в даному промисловому приміщенні, виконується у вигляді фільтруючої напівмаски. Даний тип респіраторів використовується для одноразового застосування (ШБ-1, "Лепесток", "Кама"), який після відпрацювання більше непридатний до експлуатації.

Ознакою відпрацьована фільтрів слід вважати утруднення дихання, яке настає при опорі вдиху 100 Па під час робіт легкої і середньої тяжкості і 70 Па - при важких.

4.2.3 Нормалізація мікрокліматичний середовища в приміщенні дробильної фабрики

Забезпечення нормальних мікрокліматичних умови для працюючих можна здійснити застосуванням таких заходів:

1. Заходи, які нормалізують мікроклімат у всій робочій зоні.
 - діяльна вентиляція виробничих приміщень; при цьому в холодний період подається повітря підігрівають, а в теплий можуть охолоджувати;
 - опалення приміщень в холодний період року;
 - раціональне розміщення обладнання;
2. Заходи, які нормалізують мікроклімат на постійних робочих місцях.
 - пристрій герметичних кабін з кондиціонерами для операторів, які керують роботою обладнання;

- пристрій повітряних душів з підігрітим повітрям в холодних приміщеннях;

- застосування променистих обігрівачів;

3. Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ): костюми і елементи одягу, що захищають від тепла, холоду, вологи, вітру [16].

4.2.4 Вентиляція промислового приміщення

За способом повітрообміну розрізняють природну і механічну вентиляцію.

Природна вентиляція є більш економічною, але вона є менш надійною, тому що повітрообмін відбувається за рахунок природних сил: теплового та вітрового напору. Тому необхідне застосування механічної вентиляції.

При механічній вентиляції повітрообмін здійснюється за допомогою вентиляторів. За способом організації повітрообміну розрізняють загальнообмінну і місцеву вентиляцію.

Загально обмінна вентиляція призначена для провітрювання всього об'єму приміщення. Її завдання - розбавити зважені в повітрі домішки до безпечної концентрації і видалити їх з приміщення, а також забезпечити в ньому потрібний мікроклімат.

Кількість повітря, яке потрібно подати в приміщення при загальнообмінній вентиляції, розраховується виходячи з таких умов:

- забезпечити кожного працюючого нормативною кількістю повітря;
- розбавити кожну виділяється шкідливість до безпечного рівня;
- забезпечити не менш ніж одноразовий обмін повітря в приміщенні протягом години.

Місцеву витяжну вентиляцію застосовують в тій частині провітрюється, де є окремі джерела з підвищеним виділенням шкідливостей (конвеєрна стрічка, відсіки завантаження і вивантаження залізної руди).

Застосовують наступні види місцевої витяжної вентиляції:

- витяжні шафи (кожухи, повні укриття);
- витяжні парасолі (ковпаки, неповні укриття);
- бортові відсмоктувачі (одне і двухбортові і відсмоктувачі з передувом).

Місцева припливна вентиляція служить для поліпшення якості повітря на робочих місцях. Вона застосовується у формі:

- кондиціонерів в кабінах операторів [17].

4.2.5 Захист працюючого персоналу від підвищеного рівня шуму і вібрацій

Розрізняють колективну й індивідуальну захист від шуму. Колективний захист здійснюється:

1. Зниженням шуму в його джерелі досягається ліквідацією названих вище причин шуму, які усуваються при конструюванні і створенні обладнання, при його монтажі за рахунок ретельної збірки, центрування і балансування вузлів і при експлуатації шляхом регулярної

мастила, своєчасної налагодження і ремонту;

2. Зниженням шуму на шляхах його поширення за допомогою акустичних і архітектурно- планувальних заходів.

При акустичних заходи використовують

- звукоізоляцію,
- звукопоглинання,
- демпфірування,
- глушники шуму.

Індивідуальний захист від шуму забезпечується використанням звукоізованих кабін для операторів і застосуванням ЗІЗ (шоломів, навушників, вкладишів і т.п.)

Для захисту від дії загальної вібрації передбачають [18]

- дистанційне керування джерелами вібрації;

- застосування віброізолюючих фундаментів;
- зменшення вібрації в джерелі при конструюванні і створенні обладнання, при його монтажі та експлуатації;
- амортизаційну захист кабін, робочих майданчиків, сидінь операторів;
- використання засобів індивідуального захисту.

4.2.6 Захист працюючого персоналу від ураження електричним струмом

Відповідно до принципів забезпечення безпеки праці захист від ураження ел. струмом здійснюється в двох напрямках

- шляхом виведення людей з виробничих приміщень, де працює силове обладнання, що живиться робочими струмами;
- шляхом захисту від ураження ел. струмом в виробничих приміщеннях.

В останньому випадку заходи захисту поділяють на колективні та індивідуальні.

До колективних заходів відносять:

- заходи захисту від контакту з об'єктами, що знаходяться під напругою,
- заходи захисту при контакті з об'єктами, що знаходяться під напругою,
- організаційні заходи.

Захист від контакту забезпечується:

- безпечним розміщенням струмоведучих частин (повітряні ЛЕП, прокладка кабелів під землею, в трубах і закритих каналах, прихована проводка);
- застосуванням електрообладнання в закритому виконанні;
- використанням блокуючих пристроїв, що виключають доступ до струмоведучих частин поки вони знаходяться під напругою;
- огорожею електробезпечних елементів обладнання;
- дотримання безпечної ширини проходів до електроустаткування і

утримання їх у чистоті та порядку;

- достатнє освітлення всіх проходів і робочих місць;
- використання знаків безпеки.

Захист при контакті забезпечується;

- застосуванням захисної ізоляції всіх небезпечних струмоведучих частин;
- застосуванням захисного заземлення або занулення всіх потенційно

небезпечних об'єктів;

- використанням автоматичних захисних відключень несправних ділянок електричних мереж;

- застосуванням електричного поділу мереж;
- обмеженням напруги живлення;
- застосування низької напруги і слабких струмів в ланцюгах управління.

Організаційні заходи передбачають:

- навчання всього персоналу загальними правилами електробезпеки;
- спеціальне навчання людей, які обслуговують електроустановки;
- виконання ремонтних і монтажних робіт на високовольтних установках

не менше, ніж двома фахівцями;

- застосування биркової системи при ремонті електрообладнання та мереж з обов'язковим їх відключенням;

- обов'язкове відключення невикористовуваних установок і мереж. До індивідуальних засобів захисту відносять

- діелектричні рукавички і боти,
- діелектричні килимки і ізолюючі підставки,
- ручні інструменти з ізольованими ручками,
- сходи з ізольованими підставами і шнурами,
- переносні захисні заземлення [21].

4.3 Пожежна профілактика

Дане підприємство по категорії пожежної небезпеки відноситься до категорії В - пожежонебезпечні.

Основним завданням пожежної профілактики є виключення виникнення пожежі.

З метою попередження пожежі в приміщеннях забороняється:

- 1) користуватися нагрівальними електроприладами для опалення приміщень;
- 2) користуватися електроприладами (електрочайниками, електрообігрівачами та т. П.), Споживана потужність яких перевищує допустиму споживану потужність електромережі;
- 3) включати в електромережу одночасно кілька електроприладів, сумарна споживана потужність яких перевищує допустиму;
- 4) залишати без нагляду після закінчення робочого дня будь-які електроприлади і пристрої, що знаходяться під напругою;
- 5) включати електроприлади без стандартних штепсельних пристроїв, що підключають;
- 6) користуватися несправними вимикачами, розетками та штепсельними вилками (з розбитими корпусами, обгорілими і закопченими контактами, з незакріпленими іскрять і нагріваються в місці контакту проводами);
- 7) проводити монтаж і ремонт електромереж без дотримання вимог ПУЕ;
- 8) підключати до електромережі несправні електроприлади;
- 9) використовувати для захисту електромережі некалібровані плавкі вставки або автоматичні вимикачі, струм спрацьовування яких перевищує максимально допустимий для даної електромережі значення;
- 10) курити в робочих кабінетах, навчальних класах, туалетах, коридорах, виробничих і складських приміщеннях, на сходах, в навчальних корпусах, на

балконах гуртожитків; куріння дозволяється тільки в спеціально відведених приміщеннях;

11) кидати на підлогу, в урни і сміттєзбірники непогашені сигарети і сірники;

12) приносити, зберігати і використовувати горючі і легкозаймисті рідини, вогненебезпечні предмети і матеріали, горючі газу;

13) зберігати ємності з горючими, легкозаймистими рідинами, балони з горючими газами, горючі предмети на шляхах евакуації (в коридорах, на сходових клітках, в тамбурах евакуаційних виходів), а також в підвалах, на горищах, в технічних приміщеннях (електрощитових, вентиляційних камерах і т.п.);

14) захищати матеріалами та обладнанням шляхи евакуації (коридори, сходові клітини, тамбури евакуаційних виходів з будинку), доступ до первинних засобів пожежогасіння, електророзподільних щитів і відключає пристроїв;

15) закривати на важко відкриваються забори дверей евакуаційних виходів в період знаходження людей в будівлі;

16) використовувати наявні засоби пожежогасіння не за прямим призначенням.

Оповіщення та управління евакуацією людей при пожежі повинно здійснюватися наступними чином:

1) подачею звукових і світлових сигналів у всіх приміщення будинку з постійним або тимчасовим перебуванням людей;

2) розміщенням евакуаційних знаків безпеки на шляхах евакуації;

3) включенням евакуаційних знаків безпеки;

15) закривати на важко відкриваються забори дверей евакуаційних виходів в період знаходження людей в будівлі;

16) використовувати наявні засоби пожежогасіння не за прямим призначенням.

Оповіщення та управління евакуацією людей при пожежі повинно здійснюватися наступними чином:

- 1) подачею звукових і світлових сигналів у всіх приміщення будинку з постійним або тимчасовим перебуванням людей;
- 2) розміщенням евакуаційних знаків безпеки на шляхах евакуації;
- 3) включенням евакуаційних знаків безпеки;
- 4) включенням евакуаційного освітлення;
- 5) дистанційним відкриванням дверей евакуаційних виходів (наприклад, обладнаних електромагнітними замками) [22].

Для гасіння пожежі використовуються: вода, хімічна і повітряно-механічна піна, негорючі гази, тверді вогнегасні порошки, спеціальні хімічні речовини і сполуки.

Вода не використовується при гасінні електричних установок, що знаходяться під напругою, оскільки при цьому виникає небезпека ураження людини, який виробляє гасіння, електричним струмом, а також при гасінні карбіду кальцію через вибух виділяється при цьому ацетилену. Зазвичай при гасінні пожежі подачу води на вогнище полум'я здійснюється у вигляді компактних струменів під тиском.

Пожежні крани розміщуються так, щоб забезпечувалося зіткнення компактних струменів від двох суміжних кранів в найбільш високою і найбільш віддаленій точці будівлі, що обслуговується цими кранами.

Для гасіння загоряння водою в системі автоматичного пожежогасіння використовуються пристрої спринклери і дренчери.

Ті хто, тільки приходять на роботу проходять вступний інструктаж щодо правил пожежної безпеки, введених на підприємстві, і порядок користування засобами пожежогасіння та пожежної сигналізації і зв'язку. Повторний інструктаж проводиться на робочому місці з метою ознайомлення з можливими причинами виникнення пожежі, пов'язаними з технологічними особливостями виробництва в цеху, на ділянці [23].

4.4 Розрахунок захисного заземлення

Мета розрахунку – визначити параметри заземлення: кількість, розміри і розміщення на плані об'єкта, що захищається, вертикальних і горизонтальних електродів.

Щоб забезпечити заземлення сонячних батарей для зерносховища, необхідно з'єднати між собою провідником все сонячні батареї, встановлені на об'єкті, а також з'єднати їх з конструкцією, на якій вони закріплені (в разі якщо вона металева) і підключити цей провідник до контуру заземлення.

Опір заземлення сонячної електростанції, згідно [15, таблиця 3.2] не повинен перевищувати 4 Ом.

Площа зерносховища складає 20х50 м². Таким чином:

- довжина контуру заземлення становить $D = 50$ м;
- ширина контуру заземлення - $Ш = 20$ м;
- верхній шар ґрунту – пісок, нижній – чорнозем;
- в якості природних заземлювачів використано залізобетонний фундамент зерносховища.

Опір при використанні залізобетонних фундаментів як природних заземлювачів

$$R_l = 0,5 \frac{\rho_3}{\sqrt{S}}, \quad (4.1)$$

де S – площа, обмежена периметром будинку, м²,

ρ_3 – питомий еквівалентний електричний опір ґрунту, Ом·м, що визначається за формулою

$$\rho_3 = \rho_1 \left(1 - e^{-\alpha \frac{h_1}{\sqrt{S}}} \right) + \rho_2 \left(1 - e^{-\beta \frac{\sqrt{S}}{h_1}} \right), \quad (4.2)$$

де ρ_1, ρ_2 – питомий опір верхнього і нижнього шарів землі відповідно, Ом·м;

h_1 – товщина верхнього шару землі, м;

a, b - безрозмірні коефіцієнти, що залежать від співвідношення питомих опорів шарів землі.

$$\rho_3 = 500 \left(1 - e^{-3,6 \frac{1}{\sqrt{1000}}} \right) + 25 \left(0,96 = 1 - e^{-0,1 \frac{\sqrt{1000}}{1}} \right) = 77,8 \text{ Ом}\cdot\text{м}$$

$$R_l = 0,5 \frac{125,5}{\sqrt{1000}} = 0,49$$

$$I_{K3}^{(1)} \leq (5,4 + 7 * 10^{-3} \rho_1) \frac{\sqrt{S}}{\rho_3}$$

Струм однофазного короткого замикання

$$I_{K3}^{(1)} = \frac{U_\phi}{\frac{Z_{T0}}{3} + Z_n}, \quad (4.3)$$

де U_ϕ – фазна напруга мережі;

Z_n – повний опір петлі: фазний - нульовий провід;

Z_{T0} – повний опір трансформатора.

$$Z_{n.K3} = \sqrt{(R_c + R_{д1} + R_{дод.K3})^2 + (X_c)^2} \quad (4.4)$$

де $R_{д1}$ – опір дуги в точці КЗ приймається;

X_c, R_c – опір живлячої системи.

$$Z_{n.K3} = \sqrt{7^2 + 0,625^2} = 7,03 \text{ мОм}$$

$$I_{K3}^{(1)} = \frac{220}{\frac{163}{3} + 7,03} = 3,6 \text{ кА}$$

$$I_{K3}^{(1)} \leq (5,4 + 7 * 10^{-3} * 500) \frac{\sqrt{1000}}{77,8} = 3,62$$

$3,6 > 3,62$ – умова здійснюється.

В залізобетонних конструкціях передбачено закладні деталі для приєднання електричного і технологічного устаткування.

Отже, у встановленні штучних заземлювачів немає необхідності.

Висновки по розділу

При виконанні розділу охорони праці було проведено аналіз шкідливих і небезпечних факторів в даному виробничому приміщенні. Запропоновано інженерно-технологічні заходи з охорони праці, а саме:

- безпека ведення технологічного процесу;
- методи нормалізації повітряного, мікрокліматичної середовища в приміщенні дробильної фабрики №2;
- захисні заходи від підвищеного рівня шуму і вібрацій, ураження електричним струмом.

Проведено оцінку пожежонебезпеки приміщення дробильної фабрики №2 і визначена категорія його вогнестійкості. Розроблено заходи пожежної профілактики. Виконано розрахунок захисного заземлення.

Висновок

Згідно проведених розрахунків доцільно використовувати сонячні панелі для енергозабезпечення освітлення на дробильній фабриці ПАТ «Південно-гірничо збагачувальний комбінат».

В першому розділі дана кратка характеристика підприємства та виконано аналіз сонячного потенціалу України.

В другому розділі виконана модернізація системи освітлення, а саме заміна експлуатованих світильників на LED. Для реконструкції електричної освітлювальної мережі були запропоновані нові світлодіодні промислові світильники, проводи, захисна комутаційна апаратура та сонячна електростанція.

В економічному розділі надано звіт о сумарних капіталовкладеннях та інших затрат. Капітальні витрати на покупку нового обладнання, монтажні та налагоджувальні роботи складають 2,5 млн. грн., а експлуатаційні – 0,21 млн. грн.

При виконанні розділу охорони праці було проведено аналіз шкідливих і небезпечних факторів в даному виробничому приміщенні. Запропоновано інженерно-технологічні заходи з охорони праці, а саме:

- безпека ведення технологічного процесу;
- методи нормалізації повітряного, мікрокліматичної середовища в приміщенні дробильної фабрики №2;
- захисні заходи від підвищеного рівня шуму і вібрацій, ураження електричним струмом.

Проведено оцінку пожежонебезпеки приміщення дробильної фабрики №2 і визначена категорія його вогнестійкості. Розроблено заходи пожежної профілактики.

Список використаних джерел

1. Епанашніков М. М. Електричне освітлення [Текст]: Учеб., посібник для студентів вищ., навч., закладів / М.М. Епанашніков. - 4-е видання., перераб. М. - Надра, 1982. - 518 с.
2. Електрифікація гірничо-збагачувальних комбінатів [Текст]: Довідковий посібник / В. П. Апенко, Р. Е. Богомоллов, В. А. Бунько, С. А. Волотковский, М. І. Скляров. - Надра, 1973. - 164 с.
3. Розрахунки електричних мереж систем електропостачання [Текст]: навч., Посібник / Г. Г. Пивняк, Г. А. Кигель, Н. С. Волотковська; за редакцією академіка НАН України Г. Г. Півняка. - 2-е вид., Перероб. І доп. - Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2002. - 219 с.
4. Розмова К. А. Проектування збагачувальних фабрик [Текст]: підручник для вузів / К. А. Разумов, В. А. Перов. - 4-е видання., Перераб. і доп.М. - Надра, 1982. - 518 с.
5. Електропостачання залізрудних гірничо-збагачувальної комплексів [Текст] / В. П. Апенко, П. П. Мірошкін, В. І. Щуцький, В. Д. Трифанов. - М.: Недра, 1978. - 341 с. 6. Фрідман, С. Е. Основи збагачення руд і вугілля і окусування концентратів [Текст] / С. Е. Фрідман, О. К. Щербаков, Н. Я. Єрьомін. - М.: Надра, 1991. - 270 с. 7. Федоров А. А. Основи електропостачання промислових підприємств [Текст]: підручник для вузів / А. А. Федоров, В. В. Каменева. - 4е видання., перераб. і доп. М. - Енергія, 1979. - 408 с.
8. Хейфиц С. Я. Охорона праці та гірничорятувальна справа [Текст] / С. Я. Хейфиц, В. Я. Балтайтис. - 2-е видання., Перераб. і доп. М. - Надра, 1978. - 423 с.
9. Андреев, С. Є. Дроблення, подрібнення і грохочення корисних копалин [Текст] / С. Є. Андреев, В. А. Перов, В. В. Зевереvіч. - М.: Надра, 1980. - 415 с.
10. Голінько В.І. Основи охорони праці. - Д .: Національний гірничий університет, 2008. - 265 с. 11. ГОСТ 12.2.003-91. ССБТ. Оборудование

производственное. Загальні вимоги безпеки. - Натомість ГОСТ12.2.003-74; Введ. 01.01.92. - К.: Держстандарт Росії, 1992.

12. Dstroy.ru [Електронний ресурс]: [Інтернет-портал].

13. проектування для електроенергетичних спеціальностей: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / В. М. Блох. - <http://dstroy.ru/news/56-kontroller-zaryada-akkumulyatorov.html> (дата звернення 28.05.2016). - Назва з екрану.

14. Блок В. М. Посібник до курсового та дипломного до, Г. К. Обушев, Л. Б. Паперно і ін.; Під ред. В. М. Блок. - М.: Вища. школа, 1981. - 304 с.

15. YouGOK [Електронний ресурс]: [Інтернет портал]. - <http://sevgok.metinvestholding.com/ru/about/common> (дата звернення 28.05.2016). - Назва з екрану.

16. ГОСТ 12.1.005-88. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони. - на заміну ГОСТ 12.1.005-76; Введ. 29.09.88. - К.: Держстандарт Союзу РСР, 1989

17. Обладнання для кондиціонування повітря та вентиляції. Терміни та визначення: ДСТУ 2264-93. - [Чинний від 1995-01-01.]. - Київ: Держстандарт України, 1994. - 49 с.

18. Опалення, вентиляція та кондиціонування (ДБН В.2.5-67: 2013): ДСТУ ДБН В.2.5-67 діє до: 2013 - [Чинний від 2013-01-01.]. - Київ: Держстандарт України, 2013. - 141 с. http://teplydim.com.ua/static/storage/filesfiles/DBN_V_2_5-67_2013.pdf

19. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації.; Від 01.12.1999. - К.: Затв. ухвалив Головного державного санітарного лікаря України., 1999.. 20. Aenergy.com.ua [Електронний ресурс]: [Інтернет-портал]. - <http://aenergy.com.ua/jelektrosnabzhenie/vetrogeneratory/217--20.html>(дата звернення 28.05.2016). - Назва з екрану.

21. Vetronet.com [Електронний ресурс]: [Інтернет-портал]. - <http://vetronet.com/%D0%BA%D1%80%D0%B8%D1%82%D0%B5%D1%80%>

D0% B8% D0% B8% D0% B8% D0% B4% D0% B5% D0% B0% D0% BB% D1% 8C% D 0% BD% D0% BE% D0% B3% D0% BE% D0% B2% D0% B5% D1% 82% D1% 80% D1 % 8F% D0% BA% D0% B0 // (дата звернення 28.05.2016). - Назва з екрану.

22. ГОСТ 12.1.030-81. Електробезпека. Захисне заземлення. занулення .; Введ. 01.07.1982. - К .: Держстандарт Союзу РСР, 1982.

23. ГОСТ 12.1.004-91. ССБТ. Пожежна безпека. загальні вимоги; Введ. 01.07.1992. - К .: Держстандарт Росії, 1996..

24. Bezpeka.zp.ua [Електронний ресурс]: [Інтернет-портал]. - ТИПОВІ НОРМИ належності вогнегасників <http://bezpeka.zp.ua/%D0%A2%D0%B8%D0%BF%D0%BE%D0 % B2% D1% 8B%D0% B5% 20% D0% BD% D0% BE% D1% 80% D0% BC% D1% 8B% 20% D0% BF% D1% 80% D0% B8% D0% BD% D0% B0% D0% B4% D0% BB% D0% B 5% D0% B6% D0% BD% D0% BE% D1% 81% D1% 82% D0% B8% 20% D0% BE% D0 % B3% D0% BD% D0% B5% D1% 82% D1% 83% D1% 88% D0% B8% D1% 82% D0% B5% D0% BB% D0% B5% D0% B9> Вибір вогнегасника (дата звернення 28.05.2016). - Назва з екрану.

25. Abb.ua [Електронний ресурс]: [Інтернет-портал]. - <http://www.abb.ua/product/seitp329/7860d44ea7f88002c125716300184ccb.aspx>(дата звернення 28.05.2016). - Назва з екрану. 26. Strumok.kiev.ua [Електронний ресурс]: [Інтернет портал]. - http://strumok.kiev.ua/avtomaticheskievevychliuchateli/avtomaticheskievevychliuchateli-abb.html / filters / kolichestvopoliusov / 4559 / nominalnyi_tok / 4607, 4608,4609,4610,4611,4612,4613 / tok_rastsepleniya / 4626 / cat / 4 / (дата звернення 28.05.2016). - Назва з екрану.